УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИНОВИРАНИ МОДЕЛ МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:
ванр. проф. др Мирослав Кљајић

Кандидат:
Мирослав Паровић

Нови Сад, 2022. године

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ **ОБРАЗАЦ – 5а**
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА[1]

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Мирослав Паровић
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	др Мирослав Кљајић, ванредни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Наслов рада:	Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде
Језик публикације (писмо):	Српски (ћирилица)
Физички опис рада:	Унети број: Страница 139 Поглавља 8 Референци 60 Табела 18 Слика 4 Графикона 10 Прилога 1
Научна област:	Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент
Ужа научна област (научна дисциплина):	Енергетски менаџмент
Кључне речи / предметна одредница:	енергетска правда, енергетска трилема, одрживи развој, праведна енергетска транзиција
Резиме на језику рада:	У оквиру дисертације обрађен је проблем балансирања енергетске трилеме посматране државе уз помоћ концепта енергетске правде. Анализом досадашњих истраживања у овој области уочена је важност квантификације појма енергетске правде и њеног превођења на стандардизоване и широко разумљиве и употребљиве моделе. Стога је као главни циљ истраживања у оквиру дисертације дефинисан развој иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде. На бази прегледа резултата постојећих истраживања уочени су недостаци постојећих модела анализе енергетске правде. Неки од најважнијих су ограничена могућност анализе држава у развоју, немогућност директног коришћења излазних резултата у постојећим аналитичарским моделима (нпр. у техно-економским анализама), немогућност једноставног ширења резултата и закључака ка заинтересованим групама и др. Развијена иновирана метрика отклања уочене недостатке чиме је креиран употребљив алат за доносиоце одлука у сфери енергетске политике, као и за представнике академске јавности који се баве овом проблематиком. Резултати спроведеног емпиријског експеримента, као и извршене сценаријске анализе показују да развијени иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде представља квалитетан аналитички оквир. Односно, закључци добијени применом иновиране метрике кореспондирају са реалним стањем енергетског система анализираних држава, а што је потврђено методом компарације са другим

[1] Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:
5б – Изјава о ауторству;
5в – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије и о личним подацима;
5г – Изјава о коришћењу.
Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не кориче се са тезом.

	истраживањима сличних феномена. Могућност универзалне примене иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде као и нови индикатор који указује на ниво праведности енергетске транзиције прдстављају главне новине које ова дисертација доноси.
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	25.11.2021.
Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	Председник: др Илија Ћосић, професор емеритус, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду Члан: др Радо Максимовић, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду Члан: др Слободан Морача, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду Члан: др Младен Томић, доцент, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду Члан: др Владимир Божовић, редовни професор, Природно-математички факултет у Подгорици, Универзитет Црне Горе Члан, ментор: др Мирослав Кљајић, ванредни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Напомена:	

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES

KEY WORD DOCUMENTATION[2]

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Miroslav Parović
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Associate Professor Miroslav Kljajić PhD, Faculty of Technical Sciences University of Novi Sad
Thesis title:	Innovated metric model for quantifying energy justice
Language of text (script):	Serbian language (cyrillic script)
Physical description:	Number of: Pages 139 Chapters 8 References 60 Tables 18 Illustrations 4 Graphs 10 Appendices 1
Scientific field:	Industrial Engineering and Engineering Management
Scientific subfield (scientific discipline):	Energy management
Subject, Key words:	energy justice, energy trilemma, sustainable development, just energy transition
Abstract in English language:	The dissertation deals with the problem of balancing the energy trilemma of the observed countries with the help of the energy justice concept. The analysis of previous research in this area shows the importance of quantifying the energy justice concept and its translation into standardized and widely understood usable models. Therefore, the main goal of the research within the dissertation is to develop an innovative metric model for quantifying energy justice. Considering a review of the results of former research, we noted the lack of existing models of energy equity analysis. Some of the most important ones are limited analysis possibility of developing countries, the inability to directly use output results in existing analytical models (e.g., in techno-economic analysis), the inability to disseminate the results and conclusions with interested groups, etc. The developed innovative metrics eliminate the identified shortcomings, thus creating a practical tool for decision-makers in the field. Conducted empirical results and scenario analyses show that the developed innovated metric model for the energy justice quantification represents a quality analytical framework. That is, conclusions obtained by applying innovative metrics correspond to the actual state of the energy system of the analyzed countries, which other studies of similar phenomena confirm by the comparison method.

[2] The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:
5б – Statement on the authority,
5в – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,
5г – Statement on copyright licenses.
The paper and e-versions of Statements are held at he faculty and are not included into the printed thesis.

Accepted on Scientific Board on:	25.11.2021.
Defended: (Filled by the faculty service)	
Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	President: Professor Emeritus Ilija Ćosić PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad Member: Full Professor Rado Maksimović PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad Member: Full Professor Slobodan Morača PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad Member: Docent Mladen Tomić PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad Member: Full Professor Vladimir Božović PhD, Faculty of Science and Mathematics, University of Montenegro Member, mentor: Associate Professor Miroslav Kljajić PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
Note:	

ЗАХВАЛНИЦА

Велико хвала свима који су веровали и још увек верују у мене. Посебно хвала мојим родитељима на васпитању кроз пример личне жртве, сестри на бризи, супрузи на подршци, а свима њима на неизмерној и несебичној љубави.

Овај рад посвећујем својој деци, Ленки и Немањи и сестричини Мији у нади да ћу попут војводе Живојина Мишића мирне душе моћи да им кажем kako *им сем часног имена не остављам ништа више.*

Мирослав Паровић

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА И ОЗНАКА

WEC - World Energy Council (Светски енергетски савет)

World Energy Trilemma Index – Светски индекс енергетске трилеме

COVID-19 - коронавирусна болест 2019 (ознака и за пандемију)

Lockdown - нефармацеутске интервенције у циљу сузбијања пандемије COVID-19

JETI - Индекс праведности енергетске транзиције (енгл. Just energy transition index)

МЕП - Метрика енергетске правде

Energy Transition Index – индекс који показује стање енергетске транзиције за државе у свету

International Energy Agency (IEA) - Међународна агенција за енергетику

European Green Deal - Европски зелени договор је скуп политичких иницијатива Европске комисије са свеобухватним циљем да Европску унију учини климатски неутралном до 2050. године

УН –Ујединњене нације

ЕП – енергетска правда

SDGs - Sustainable Development Goals (Циљеви одрживог развоја које су дефинисале УН)

БДП – Бруто друштвени производ

ОИЕ – обновљиви извори енергије

PM2.5 – честице материје пречника мањег од 2,5 микрометара (један од показатеља загађености ваздуха)

CO_2 – угљен-диоксид

EPI - Environmental Performance Index (Индекс перформанси животне средине)

SDG Index – Индекс одрживог развоја

GlobalPetrolprices - веб страница која пружа најопсежније податке о малопродајним ценама горива и сирове нафте, као и других видова енергије широм света.

Enerdata - независна истраживачка и консултантска фирма специјализована за анализу и моделирање глобалних енергетских тржишта и њихових покретача.

International Gas Union – Међународна гасна унија

International Monetary Fund – Међународни монетарни фонд

World Trade Organization – Светска трговинска организација

The Heritage Foundation – Фондација Херитаџ (америчка организација за праћење и анализу јавних политика широм света)

World Bank - Светска банка

Doing Business indicators – сет економских индикатора креираних по методологији Светске банке

International Renewable Energy Agency (IRENA) – Међународна агенција за обновљиве изворе енергије

Logistics Performance Index – Индекс логистичких перформанси (мери перформансе трговинске логистике држава у свету)

World Economic Forum – Светски економски форум

Global Competitiveness Index – Глобални извештај о конкурентности

The Global Economy – сервис који служи истраживачима, пословним људима, академицима и инвеститорима којима су потребни поуздани економски подаци за различите државе. База података обухвата преко 500 индикатора за преко 200 земаља у периоду од 1960. године до данас.

UN - Education Index – индикатор квалитета образовања у државама креиран од УН

World Development Indicators - примарна збирка показатеља развоја Светске банке, састављена из званично признатих међународних извора

Global Energy Security Index – индикатор који показује степен енергетске сигурности за државе

United Nations Conference on Trade and Development - Конференција Уједињених нација о трговини и развоју

BP Statistical Review of World Energy – енергетски подаци за државе у свету дати од стране компаније Бритиш петролеум

US Energy Information Administration - Администрација за енергетске информације

United Nations Framework Convention on Climate Change - Оквирна конвенција УН о климатским променама

Climate Change Performance Index (CCPI) - Индекс перформанси климатских промена је систем бодовања који је осмислила Немачка организација за заштиту животне средине и развој *Germanwatch*

World Bank - Political stability index – Индекс политичке стабилности (индикатор дефинисан од стране Светске банке доступан за све државе у свету)

World Bank - Regulatory Indicators for Sustainable Energy - скуп индикатора који помажу у поређењу националне политике и регулаторних оквира за одрживу енергију

Transparency International Corruption Perceptions Index - индекс који рангира земље према њиховом перципираном нивоу корупције у јавном сектору

World Justice Project (WJP) - међународна организација цивилног друштва са наведеном мисијом: „Рад на унапређењу владавине права широм света."

Moody's, S&P and Fitch – три најпрестижније агенције за процену кредитног рејтинга које чине тзв. „велику тројку"

IQAir's - The 2020 World Air Quality Report – сервис за праћење квалитета ваздуха широм света

IBET – тачка идеално избалансиране енергетске трилеме

ENI – компонента економије у тачки идеално избалансиране енергетске трилеме

PNI – компонента политике у тачки идеално избалансиране енергетске трилеме

EnNI - компонента заштите животне средине у тачки идеално избалансиране енергетске трилеме

Gini index - представља најчешће коришћену меру дисперзије, а користи се као мера неједнакости прихода, неједнакост дистрибуције или расподеле богатства

Ease of Doing Business rank - Индекс лакоће пословања

Mtoe – јединица којом се означава укупна количина различитих видова енергије свођењем на вредност тоне еквивалентне нафте (користи се нпр. за приказ количина финалне потрошње енергије неке државе)

OECD - Организација за економску сарадњу и развој

СССР - Савез Совјетских Социјалистичких Република

СФРЈ – Социјалистичка Федеративна Република Југославија

САД – Сједињене Америчке Државе

TES/GDP – представља меру енергетског интензитета (однос потрошње енергије по јединици бруто домаћег производа)

SRI матрица – развијена на Stanford Reasearch Institut ради спровођења сценаријских анализа

EU ETS – ЕУ систем тржишта емисијама CO_2

EN – компонента економије у моделу енергетске трилеме

PN – компонента политике у моделу енергетске трилеме

EnN – компонента заштите животне средине у моделу енергетске трилеме

JE - Показатељ економске праведности

JP - Показатељ политичке праведности

JEn - Показатељ праведности заштите животне средине

ЛИСТА СЛИКА, ГРАФИКОНА И ТАБЕЛА

Слика 1: Шематски приказ енергетске трилеме (Светски енергетски савет)

Слика 2: Шематски приказ допуњене енергетске трилеме (Heffron et al., 2015)

Слика 3: Шематски приказ енергетске трилеме са енергетском правдом у средишту

Слика 4: Шематски приказ модела тернарног дијаграма

Табела 1: Оцењивачки и нормативни допринос енергетске правде

Табела 2: Оквир за доношење одлука о енергетској правди

Табела 3: Листа улазних параметара иновиране метрике за квантификацију енергетске правде

Табела 4: Систем скалирања параметара метрике за квантификацију енергетске правде

Табела 5: Главне карактеристике Краљевине Данске

Табела 6: Главне карактеристике Републике Бугарске

Табела 7: Главне карактеристике Републике Србије

Табела 8: Вредности параметара енергетске трилеме за анализиране државе

Табела 9: Нормализоване вредности параметара енергетске трилеме за анализиране државе

Табела 10: Вредности индекса JETI за анализиране државе

Табела 11: Рангирање анализираних држава у односу на *World Energy Trilemma Index* и *Energy Transition Index*

Табела 12: Димензије квалитета композитног индикатора JETI

Табела 13: Разлике између сценарија, предвиђања и визије

Табела 14: Преглед разлика у приступу традиционалном планирању и сценарио планирању

Табела 15: *SRI* матрица за сценаријску анализу

Табела 16: Параметри енергетске трилеме Републике Србије у три одабрана сценарија

Табела 17: Нормализоване вредности параметара енергетске трилеме Републике Србије у три одабрана сценарија

Табела 18: Вредности индекса ЈЕТІ за Републику Србију за три одабрана сценарија

Графикон 1: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Србије

Графикон 2: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Србије (издвојен сегмент)

Графикон 3: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Бугарске

Графикон 4: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Бугарске (издвојен сегмент)

Графикон 5: Ниво избалансираности енергетске трилеме Краљевине Данске

Графикон 6: Ниво избалансираности енергетске трилеме Краљевине Данске (издвојен сегмент)

Графикон 7: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме за анализиране државе

Графикон 8: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме за анализиране државе (издвојен сегмент)

Графикон 9: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме Републике Србије за три одабрана сценарија

Графикон 10: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме Републике Србије за три одабрана сценарија (издвојен сегмент)

САДРЖАЈ

I УВОДНА РАЗМАТРАЊА 15
1. УВОД 15
1.1. Предмет и проблем истраживања 16
1.2. Циљеви истраживања и могућност примене очекиваних резултата 17
1.3. Хипотезе истраживања 18
1.4. Методологија истраживања 19
1.5. Фазе истраживања 20
II ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА 22
2. АКТУЕЛНИ СТАВОВИ У ОБЛАСТИ 24
2.1. Енергетска трилема – концепт и преглед литературе 24
2.2. Енергетска правда – концепт и преглед литературе 26
2.3. Праведна енергетска транзиција – концепт и преглед литературе 30
2.4. Изазови, дилеме и отворена питања у вези концепта енергетске правде 31
2.4.1. Квантификација енергетске правде – концепт и преглед литературе 31
2.4.2. Лимитираност постојећих метрика 33
III РАЗВОЈ ИНОВИРАНОГ МОДЕЛА МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ 34
3. ДЕФИНИСАЊЕ ИНОВИРАНОГ МОДЕЛА МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ 34
3.1. Конструкција тернарног дијаграма за моделовање енергетске трилеме 34
3.2. Развој математичког модела иновиране метрике за квантификацију енергетске правде 35
3.2.1. Моделовање поља економије у енергетској трилеми за анализиране државе 36
3.2.2. Моделовање поља политике у енергетској трилеми за анализиране државе 37
3.2.3. Моделовање поља заштите животне средине у енергетској трилеми за анализиране државе 38
3.2.4. Прикупљање података за израчунавање параметара енергетске трилеме 39
3.2.5. Линеаризација и нормализација улазних података за моделовање енергетске трилеме 43
4. РАЗВОЈ ИНДЕКСА ПРАВЕДНОСТИ ЕНЕРГЕТСКЕ ТРАНЗИЦИЈЕ 46
4.1. Методологија развоја нових композитних индикатора 46
4.2. Теоријска основа за развој Индекса праведности енергетске транзиције 47
4.3. Конструкција математичких формула за израчунавање Индекса праведности енергетске транзиције 48
IV ЕМПИРИЈСКО ИСТРАЖИВАЊЕ 50

5. ИЗРАЧУНАВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ ИНОВИРАНОМ МЕТРИКОМ 51
5.1. Одабир држава за које ће се вршити нумерички експеримент 51
5.1.1. Главне карактеристике Краљевине Данске 52
5.1.2. Главне карактеристике Републике Бугарске 53
5.1.3. Главне карактеристике Републике Србије 54
5.2. Израчунавање параметара енергетске правде за анализиране државе 55
5.3. Графички приказ израчунатих вредности параметара енергетске правде за анализиране државе 76
5.4. Дескриптивна анализа добијених резултата 81
6. ВАЛИДАЦИЈА И МОГУЋНОСТ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ ИНОВИРАНЕ МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ 83
6.1. Провера квалитета иновиране метрике за квантификацију енергетске правде 83
6.2. Могућност практичне примене иновиране метрике за квантификацију енергетске правде 98
6.3. Пример практичне примене иновиране метрике за квантификацију енергетске правде – сценаријска анализа енергетске транзиције за Републику Србију 99
6.3.1. Поставка сценаријске анализе енергетске транзиције Републике Србије до 2050. године 101
6.3.2. Реализација сценаријске анализе енергетске транзиције Републике Србије до 2050. године помоћу иновиране метрике за квантификацију енергетске правде 103
V ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА 122
7. ПОТВРДА ПОЛАЗНИХ ХИПОТЕЗА И НАУЧНИ ДОПРИНОС ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ 122
7.1. Потврда полазних хипотеза 122
7.2. Научни допринос докторске дисертације 124
8. ЗАКЉУЧАК, ДОПРИНОСИ, ОГРАНИЧЕЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА 126
VI ЛИТЕРАТУРА 129
VII БИОГРАФИЈА 133
VIII ПРИЛОЗИ 134

I УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1. УВОД

Једна од главних одлика енергетике јесте да је то сектор економије који има највећи негативан утицај на животну средину. Ово је поготово изражено за државе у развоју, које су често принуђене да експлоатишу угаљ као једини доступни извор енергије, као и да користе „прљаве технологије" у енергетском систему. Због слабости економије ове државе при томе немају могућност да значајније улажу у савремене енергетске технологије које су по свим критеријумима погодније за употребу јер изазивају много мање штетних утицаја на животну средину. Иако се већ дуже од деценију одрживост форсира као императив развоја, сведоци смо да, на глобалном плану, доминантне државе света (пре свих САД, Кина, Русија, али и друге) још увек не показују ентузијазам, нити одлучност у конкретном спровођењу стриктних мера ради достизања дефинисаних климатских циљева.

У бројним актуелним научним радовима, енергетика неке државе или неког мањег система анализирана је из перспективе енергетске трилеме. Постоје многе варијације онога што се дефинише као енергетска трилема, али све оне имају исту основу и анализирају спектар утицаја који на енергетику имају различити фактори повезани са политиком, економијом и заштитом животне средине. Међународна институција *World Energy Council (WEC)* била је једна од првих која је почела да користи синтагму „енергетска трилема" и при томе од 2010. године врши се и рангирање држава у свету, у односу на вредност светског индекса енергетске трилеме *(World Energy Trilemma Index)* који представља енергетски индикатор који је креирала ова међународна институција.

Појам енергетска правда *(energy justice)* је у стручну литературу ушао приближно у истом периоду као и појам енергетске трилеме. У последњих десетак година написано је мноштво радова који се баве овом темом. Концепт енергетске правде је постављен тако да као главни циљ има да свим појединцима у свим областима обезбеди сигурну, приступачну и одрживу енергију. Из овако постављене концепције види се да је енергетска правда повезана са енергетском трилемом.

У времену у којем живимо неизоставни фактор на који морамо обратити пажњу јесте и пандемија вируса *COVID-19* који је већ унео драстичне промене у практично све области људског деловања, па тако и у енергетику. Тренутно се те промене огледају у глобалном паду потрошње енергије, великом колебању цена фосилних горива, као и у драстичном смањењу емисије штетних гасова. Такође, због ограничења у раду појединих индустрија, услужног сектора, и ограничења у кретању становништва *(lockdown),* приметна је и промена у функционисању електро-енергетских система држава. Пост-ковидовско време

само ће још додатно усложнити глобалне политичке односе и довешће у питање већ усвојене енергетске стратегије, посебно имајући у виду да је економска рецесија неминовност. Нарочито ће бити рањиве државе у развоју, које су и иначе, много мање свог бруто друштвеног производа (БДП) могле да издвајају за имплементацију пројеката енергетске ефикасности, савремених енергетских система, и пројеката у вези са заштитом животне средине.

1.1. Предмет и проблем истраживања

Предмет истраживања у дисертацији је дефинисање иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде. Поред квантификације енергетске правде користећи иновирану метрику, омогућује се и визуализација степена избалансираности енергетске трилеме за посматране државе, чиме се пружа и јаснији увид у то која група утицаја, и у којој мери, доприноси неуравнотежености. Ова иновирана метрика треба да омогући доносиоцима одлука и другим заинтересованим групама да лакше разумеју концепт енергетске правде како би могли да га инкорпорирају у будуће стратегије и политике којима се регулише енергетски сектор за посматране државе. Такође, иновирана метрика за квантификацију енергетске правде треба да омогући апликативност са постојећим и широко коришћеним економским моделима за анализу рада и за изградњу енергетских система.

На основу овако дефинисаног иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде у оквиру дисертације биће развијен нови композитни индикатор - Индекс праведности енергетске транзиције (JETI – Just energy transition index). Овај индекс је користан за квантификацију степена енергетске правде, као и за одређивање тренутне спремности посматраних држава да изврше енергетску транзицију тако да енергетска трилема буде оптимално избалансирана.

Анализом доступне литературе уочено је да Метрика енергетске правде (МЕП) представља подесан оквир за развој нових алата за анализу различитих аспеката функционисања енергетског система, као и за анализу енергетске транзиције. Међутим, уочени су и одређени недостаци који ограничавају могућност широке примене ове метрике.

Сами аутори, као главни недостатак своје метрике наводе недоступност потребних улазних података, што је посебно изражено у мање развијеним државама. Даљом анализом МЕП могу се уочити и други недостаци. Пре свега, постоји велика субјективност у одређивању параметара на бази којих се даље израчунавају вредности показатеља елемената енергетске трилеме. Такође, референтна тачка у односу на коју се мери, односно квантификује енергетска правда, одређује се произвољно, другим речима, сами аутори је одређују на основу свог субјективног осећаја. Коначно, начин израчунавања вредности

енергетске правде није прецизиран егзактним математичким моделом, него је у једном делу одређен само дескриптивно.

Може се рећи да је главни системски недостатак МЕП то што не постоји универзалност методологије па се и добијени резултати за различите државе тешко могу поредити међу собом. Отклањањем уочених недостатака, уз увођење додатних параметара којима се описује спремност система за транзицију, у модел енергетске трилеме за посматране државе, добија се једна целовита и иновирана метрика за квантификацију енергетске правде. Из овако постављене метрике може се конструисати нови индекс којим се квантификује степен праведности енергетске транзиције. На овај начин се добија алат који служи као помоћ доносиоцима одлука да транзиционе процесе усмере у правцу праведне енергетске транзиције.

Узевши у обзир наведено, главни елементи дисертације биће:

1. Дефинисање математичког (нумеричког) модела и сета улазних података којима се сумира иновирана метрика за квантификацију енергетске правде.

2. Развој композитног индикатора и Индекса праведности енергетске транзиције, користећи иновирану метрику за квантификацију енергетске правде, као и усвојене норме које новодефинисани композитни индикатори морају да испуне (OECD - Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide).

3. Анализа израчунатих параметара енергетске правде за три одабране европске државе. Одабир ће се вршити према тако дефинисаним критеријумима да се обезбеди шира слика у погледу могућности примене развијеног модела метрике на различите државе.

1.2. Циљеви истраживања и могућност примене очекиваних резултата

Основна намера овог истраживања јесте унапређење постојећих метрика за квантификацију енергетске правде како би се добио један иновирани алат који могу користити сви који се баве анализом и одлучивањем у области енергетске политике и стратегије.

У оквиру дисертације главни циљеви су:

1. Дефинисање иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде уз експерименталну потврду да новоформирана метрика може да се користи за веродостојно вредновање нивоа енергетске правде, као и за визуализацију уравнотежености енергетске трилеме, без обзира на степен развоја и уређености анализираних држава.

2. Развој новог композитног енергетског индикатора - Индекса праведности енергетске транзиције, којим ће се вредновати ниво праведности енергетске транзиције за посматране државе.

3. Проширење и допринос развоју поља истраживања на тему енергетске правде и праведне енергетске транзиције у околностима у којим се налази Република Србија као држава у развоју са транзиционом економијом.

Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде представља подесан алат за део академске заједнице који се бави темама енергетске правде и енергетске транзиције, као и за доносиоце политичких одлука који управљају енергетским системом. На бази ове иновиране метрике омогућено је да се уз помоћ тернарних дијаграма изврши визуелни приказ тренутног стања енергетске правде за посматране државе. На тај начин се може детектовати на који елемент енергетске трилеме треба деловати како би се извршило побољшање у укупној избалансираности. Такође, предложена иновирана метрика може бити корисна за вршење сценаријских анализа енергетске транзиције посматраних држава и то на начин да се вредности параметара метрике одређују у складу са поставком сценарија за који се анализа врши.

Индекс праведности енергетске транзиције приказује степен уравнотежености енергетске трилеме, чиме се може мерити праведност процеса енергетске транзиције. То је податак од велике важности, имајући у виду актуелне тенденције у енергетском сектору на глобалном плану, а поготово у светлу великих промена које се очекују у пост-ковидовском периоду. Овај композитни енергетски индикатор је конструисан на бази иновиране метрике која се ослања на методолошки модел Метрике енергетске правде. На овај начин је задржана апликативност са постојећим економским моделима, и могућност такве употребе која би омогућила да се у анализама и плановима искаже цена потребна за остварење одређеног нивоа праведности енергетске транзиције. Наведена апликативност, уз повећану универзалност коју доноси иновирана метрика развијена у дисертацији, омогућава широку практичну примену. Тиме се обезбеђује даљи развој концепта енергетске правде, како у научном тако и у практичном смислу.

1.3. Хипотезе истраживања

На основу постављених циљева и очекиваних резултата истраживања, дефинисане су основна хипотеза и помоћне хипотезе:

Хипотеза: Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде омогућава да се конзистентније (доследније) одреди степен уравнотежености енергетске трилеме и ниво праведности енергетске транзиције за посматране државе, и то независно од нивоа њихове развијености, чиме се

омогућава анализа и оних земаља са великим политичким изазовима, неуређеном енергетском политиком, и потешкоћама у транзицији.

Помоћна хипотеза 1: На бази иновиране метрике могуће је развити композитни индекс који вреднује ниво праведности енергетске транзиције за посматране државе.

Помоћна хипотеза 2: Уз помоћ иновиране метрике за квантификацију енергетске правде могуће је вршити адекватне анализе и тиме утврдити потенцијалне утицаје кризних догађаја који изазивају потресе и утичу на ток кретања енергетске транзиције за посматране државе.

Помоћна хипотеза 3: Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде може се користити као један од алата приликом одлучивања о концепту енергетске транзиције за посматране државе, чиме се помаже доносиоцима одлука у енергетском сектору и утиче на повећање квалитета енергетске политике.

1.4. Методологија истраживања

У истраживању, формулацији и презентовању резултата биће коришћен интердисциплинарни приступ. У складу са постављеним циљевима истраживања примениће се одговарајућа методологија заснована на следећем:

1. Преглед досадашњих ставова и праксе приликом анализе концепта енергетске правде;

2. Развој одговарајућих математичких модела преко којих ће се вршити моделовање главних елемената енергетске трилеме анализираних држава. Овде ће бити коришћене нумеричке и статистичке методе, као и методе математичке економије;

3. Прикупљање података потребних за израчунавање параметара енергетске трилеме. Ово ће се вршити на бази анализе и статистичке обраде стратешких докумената посматраних држава, као и анализом података у документима које израђују водеће међународне институције које се баве проучавањем различитих економских, енергетских, политичких и еколошких индикатора држава у свету (World Bank, International Energy Agency, World Economic Forum);

4. Графичка симулација енергетске трилеме за посматране државе коришћењем адекватног софтвера (SigmaPlot, Grapher) уз помоћ којег ће се генерисати одговарајући тернарни дијаграми који су погодни за визуелни приказ избалансираности енергетске трилеме, као и за одређивање нумеричких вредности потребних за израчунавање Индекса праведности енергетске транзиције;

5. Израчунавање нумеричких вредности параметара енергетске трилеме и Индекса праведности енергетске транзиције. Након математичких прорачуна извршиће се дескриптивна анализа добијених разултата за посматране државе;

6. Потврђивање (валидација) новоразвијене метрике методом компарације са већ постојећим индикаторима који се односе на енергетску транзицију и елементе енергетске трилеме за посматране државе (World Energy Trilemma Index и Energy Transitions Index).

1.5. Фазе истраживања

Истраживање у оквиру докторске дисертације је подељено у три дела.

У првом делу истраживања/дисертације биће приказан предмет истраживања, дефинисан проблем истраживања, и поставиће се циљеви истраживања у подручју метричких модела за квантификацију енергетске правде. У овом делу дисертације ће бити постављени циљеви и хипотезе истраживања. Биће приказана анализа расположиве, релевантне литературе и извора у вези са предметом и проблемом истраживања.

Други део истраживања ће бити подељен на четири међусобно повезане фазе, при чему је њихов садржај следећи:

- У првој фази ће бити анализирани проблеми квантификације енергетске правде и праведности енергетске транзиције;

- Друга фаза подразумева развој иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде. У том смислу биће дефинисан математички модел, као и сет улазних параметара неопходних за израчунавање потребних елемената предложеног модела;

- У трећој фази истраживања ће бити развијен нови композитни енергетски индикатор, Индекс праведности енергетске транзиције;

- У оквиру четврте фазе биће извршено израчунавање параметара енергетске правде предложеном метриком за три одабране европске државе. Након прорачуна биће извршена дескриптивна анализа добијених резултата, као и провера (валидација) дефинисане метрике поређењем добијених резултата са већ постојећим индикаторима којима се бројчано описује енергетска трилема (World Energy Trilemma Index и Energy Transition Index).

Трећи део дисертације је посвећен закључцима који ће, на основу истраживања, бити констатовани. Такође, биће дати и правци будућих истраживања у овој области.

На крају дисертације ће бити приказан попис коришћене литературе заједно са прилозима коришћеним у истраживању.

II ТЕОРИЈСКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

У уводном делу документа „Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијом до 2030. године“ наводи се да све анализе кључних економско-технолошких трендова указују на то да је енергетика током последња два и по века, била и остала покретач и кључни фактор економских промена, као и кичма привредног развоја [1]. Ово говори о томе да је енергетика у самом епицентру економије сваке државе и да не може бити напретка без стриктно испланираног и стручно вођеног енергетског система. Имајући то у виду, јасно је како је утицај политике (државног и друштвеног уређења) и геополитике круцијално значајан у свакој држави за управљање енергетским сектором и његов развој.

Оно што је специфично за државе у развоју са транзиционим економијама, а у које спада и Република Србија, јесте то да је енергетски систем у последњих неколико деценија био, а и данас је добрим делом у функцији одржавања „социјалног мира“. Ово се огледа пре свега кроз вештачко (нетржишно) одржавање ниског нивоа цене електричне енергије, као и цене грејања у системима за даљинско грејање. На овај начин се избегава да велики проценат становништва буде у зони енергетског сиромаштва које је у основи дефинисано као немогућност домаћинства да приушти адекватне енергетске сервисе за мање од 10% својих укупних месечних нето прихода [2].

Пандемија *COVID-19* вируса представља кризни догађај који је већ сада драстично утицао на готово све аспекте људског друштва, отварајући при томе бројна питања о томе како ће изгледати будућност човечанства у пост-ковидовском периоду. Чињеница је да је корона довела у питање многе дугогодишње конвенције о глобализацији и међусобној повезаности између држава, о чему сведоче, на пример, геополитичке тензије између САД и Кине, или САД и Светске здравствене организације [3]. Уједно, пандемија је довела у питање досадашњи истраживачки рад у многим областима. Планетарне пропорције овог кризног догађаја дубоко преиспитују и доводе у сумњу раније донешене закључке и претпоставке, док ће и радови настали у току саме пандемије и непосредно после, такође, имати нестабилну и спорну основу.

У енергетском сектору пандемија *COVID-19* вируса је изазвала више различитих ефеката од којих су тренутно видљиви они краткорочни, а тичу се промена у ценама и глобалној потрошњи енергената. У оквиру документа *World Energy Outlook 2020* [4] извршена је анализа 2020. године у погледу стања сектора енергетике на глобалном нивоу. Уједно, дата су предвиђања до 2030. године уважавајући ефекте кризе изазване пандемијом *COVID-19*.

Аутори извештаја као релевантне податке за глобални енергетски систем наводе следеће параметре [4]:

- Укупни пад потрошње енергије од 5,3% од чега угаљ -6,7%, гас -3,3%, нафта -8,5%, нуклеарна енергија -4,5% док обновљиви извори енергије бележе раст од 0,9%. Укупни пад потрошње електричне енергије је око 2%.

- Укупни пад емисије CO_2 од 6,6% што је једнако паду емисије на ниво од пре деценију, са тим да постоје индиције да на глобалном нивоу није дошло до значајнијег смањења емисије метана.

- Укупни пад енергетских инвестиција је 18,3%.

Дугорочни утицаји пандемије на сектор енергетике ће пре свега зависити од будућих политичких одлука, јер је овај кризни догађај, посебно имајући у виду мултискаларну природу управљања енергијом, драстично повећао улогу националних влада како би се адекватно одговорило на изазове саме пандемије [5], што ће се готово сигурно наставити и у пост-ковидовском периоду. У свом извештају *IEA* наводи како дизајн пакета економских стимуланса представља велику прилику за владе да објединe напоре за економски опоравак у пост-ковидовском периоду са транзицијом чисте енергије и усмере енергетски систем на одрживији пут [4], где одржива енергетска транзиција не подразумева само технички, већ и шири друштвени, социолошки и политички аспект.

Пре почетка пандемије Европска унија је усвојила амбициозну стратегију развоја енергетског сектора до 2030. године *(European Green Deal)*. Главни циљ ове стратегије је чиста енергетска транзиција како би се испунили климатски циљеви дефинисани Париским уговором. Судећи према најавама, и нова администрација САД имаће много афирмативнији однос према зеленим енергетским технологијама, у поређењу са претходном.

У пројектима енергетске ефикасности и чистој енергетској инфраструктури, „зелене“ инвестиције могу бити врло брзо реализоване и снажно утицати на економију и повећање броја радних места, што је веома важно у периоду економског опоравка после пандемије [6]. Овакво решење било би у складу са усвојеним енергетским стратегијама широм света. Међутим, искуства из периода после светске економске кризе из 2008. године опомињу нас да су велике државе, попут Кине, посегле за знатним финансијским стимулансима за пројекте изградње термоелектрана на угаљ [7], што је био њихов тадашњи одговор на рецесију, а који је крајње негативно утицао на глобалне емисије штетних гасова.

Из наведеног се може закључити да ће у пост-ковидовском периоду бити одлучена и будућност енергетске транзиције. Неизбежна рецесија и губици радних места ће изискивати потребу брзих реакција националних влада које ће морати стимулативним финансијским пакетима да ревитализују економију. Пад цена фосилних горива могао би да буде „мамац“ за повратак на конвенционалну

енергетику и за улагања у традиционалне енергенте. Са друге стране, мноштво аргумената је и на страни заговорника тезе да је ово прилика да се појачају напори у правцу одрживе и праведне енергетске транзиције.

2. АКТУЕЛНИ СТАВОВИ У ОБЛАСТИ

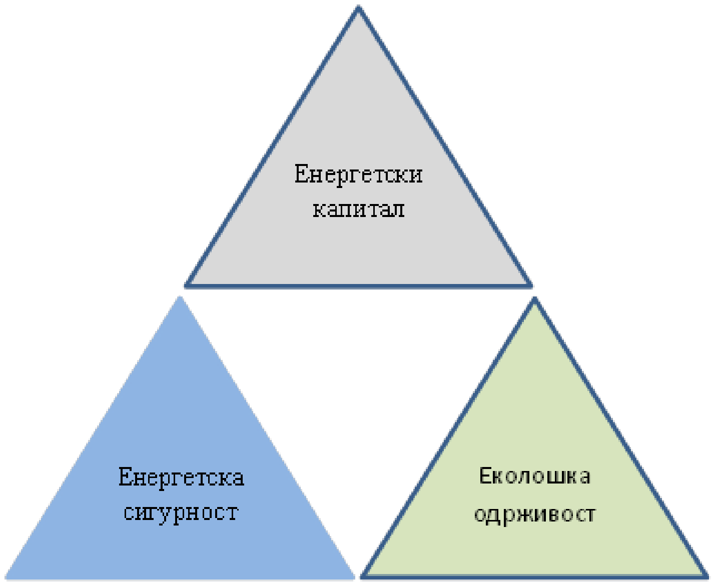
2.1. Енергетска трилема – концепт и преглед литературе

Појам трилеме се у филозофији користи када се описује избор између три неповољне опције. У економији се користи сличан термин „немогуће тројство“ који описује размену између три различита циља од којих два теже расту на рачун трећег. Енергетска трилема се најчешће описује као равнотежа између енергетске сигурности, друштвеног утицаја и одговорности за животну средину. Ове три димензије су представљене као опречни аспекти производње енергије.

Светски енергетски савет (*World Energy Council (WEC)*) је међународна институција акредитована од стране УН, која је међу првима у свету почела да развија концепт енергетске трилеме [8]. Концепт развијен од стране ове институције иницијално се састојао од енергетске безбедности, социјалне једнакости и ублажавања утицаја на животну средину чијим се међусобним корелацијама формирао троугао енергетске трилеме. Светски енергетски савет од 2010. године врши рангирање држава у свету у односу на вредност *World Energy Trilemma Index* који представља енергетски индикатор који је дефинисала ова институција [9].

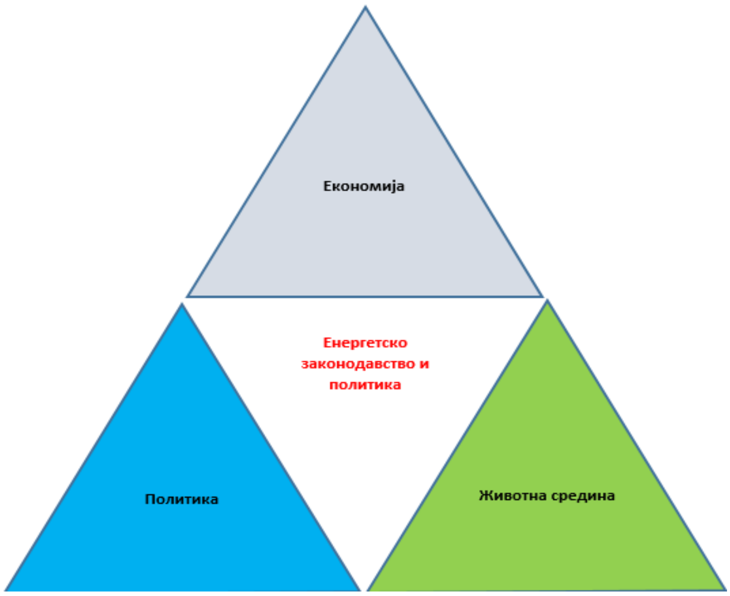
Државе које имају планове да на квалитетан начин врше уравнотежење енергетске трилеме, морају успешно да балансирају између адекватног искоришћавања постојећих енергетских ресурса, политичке стабилности, друштвеног богатства и коришћења приступачне еколошки прихватљиве енергије. Према дугорочном посматрању вредности *World Energy Trilemma Index* најуспешније су оне државе које су извршиле диверсификацију својих енергетских ресурса и активно управљале потражњом за енергијом кроз добро успостављене програме енергетске ефикасности [9]. Споменути енергетски индикатор се стално методолошки унапређује имајући у виду да је и сам концепт енергетске трилеме такав да прати динамичке промене како у друштву тако и у техници.

У суштини, главни изазов енергетске трилеме је проналазак начина за балансирање три међусобно конкурентна циља у енергетици и то: енергетска безбедност, еколошка одрживост и енергетски капитал (приступачност и доступност) [10]. Сходно томе, енергетска трилема се шематски може приказати као на слици 1.



Слика 1: Шематски приказ енергетске трилеме (Светски енергетски савет) [10]

Према мишљењу Хефрона и сарадника *(Heffron et al., 2015)* потребно је на нешто другачији начин поставити енергетску трилему, и у средиште троугла поставити енергетско законодавство и политику, а на три краја троугла политику (нпр. енергетску сигурност и друге битне аспекте), економију (нпр. финансирање енергетских пројеката и друге битне аспекте) и животну средину (нпр. климатске промене и друге битне аспекте) [11]. У оваквој констелацији која је шематски приказана на слици 2, кроз енергетско законодавство и политику врши се балансирање, јер је тенденција да економија, политика и животна средина (темена троугла) дивергирају свака у свом правцу.



Слика 2: Шематски приказ допуњене енергетске трилеме *(Heffron et al., 2015)* [11]

2.2. Енергетска правда – концепт и преглед литературе

Енергетска правда (ЕП) се у литератури *(Heffron et al., 2017)* најчешће приказује кроз две основне дефиниције [10]:

- ЕП представља тријумвират начела – дистрибутивне правде, процедуралне правде и правде о признавању (правда признавања), притом примењених на читавом енергетском систему.
- ЕП се састоји од следећих кључних принципа: доступност, приступачност, правичан третман, транспарентност и поузданост, одрживост, унутар-генерацијска и међугенерацијска правичност, одговорност.

Такође, према једној од дефиниција енергетска правда има за циљ да свим појединцима у свим областима обезбеди сигурну, приступачну и одрживу енергију [12], што јасно доводи у везу енергетску правду са концептом енергетске трилеме.

У оквиру рада [13] Џенкинс и сарадници *(Jenkins et al., 2016)* наводе како дистрибутивна правда анализира територијалну распоређеност енергетске инфраструктуре, бенефите и штету које заједница има од тога, уз настојање да се и бенефити и штета што равномерније распореде на читаво друштво, уважавајући при томе чињеницу да је природа енергетских извора таква да нису правилно (равномерно) територијално распоређени. Такође, дистрибутивна правда се односи и на могућност приступа појединаца постојећој енергетској инфраструктури. Правда признавања дефинише како грађани морају бити поштено заступљени, да морају бити ослобођени физичких претњи и да им морају бити понуђена потпуна и једнака политичка права у читавом животном циклусу енергетских пројеката. Процедурална правда се односи на приступ процесима доношења одлука и манифестује се као позив на успостављање правичних процедура које укључују све заинтересоване стране без било какве дискриминације. Поред енергетског законодавства, процедурална правда се бави и нерегулативним утицајима попут пракси, норми, вредности и понашања.

У табели 1 дат је оквир (тријумвират начела) за истраживање различитих циљева који се односе на енергетску правду, њен евалуативни и нормативни домет. Истраживачи енергетске правде процењују неправде и дају препоруке о томе како им треба приступити да би се што ефикасније превазишле.

Начело	**Евалуација**	**Нормативи**
дистрибуција	Где су неправде?	Како да их решимо?
препознавање	Ко се игнорише?	Како да препознамо?

процедура	Има ли исправне процедуре?	Које су нове процедуре?

Табела 1: Оцењивачки и нормативни допринос енергетске правде [13]

У свом раду [14] Совакул и сарадници *(Sovacool et al., 2016)* табеларно су дали преглед и опис кључних принципа енергетске правде.

Принцип	**Опис**	**Актуелна примена**
Доступност	Људи морају да имају приступ довољним количинама енергије високог квалитета	Улагања у системе за снабдевање енергијом и енергетску ефикасност; проширење постојеће инфраструктуре
Приступачност	Пружање енергетских услуга не би требало да буде финансијски терет за потрошаче, посебно сиромашне	Напори за искорењивање енергетског сиромаштва; помоћ људима са ниским примањима за побољшања ефикасности отпорности њихових домова на временске услове; реконструкција старијих зграда ради повећања ЕЕ
Правичан третман	Државе треба да поштују одговарајуће процедуре и људска права у својим системима за производњу и употребу енергије	Процене утицаја на друштво и животну средину; бесплатан пристанак уз претходно информисање
Транспарентност и поузданост	Сви људи треба да имају приступ висококвалитетним информацијама о енергији и животној средини; фер, транспарентно и одговорно доношење енергетских одлука	Иницијатива за транспарентност екстрактивних индустрија; независни механизми одговорности; међународни рачуноводствени стандарди за енергетске субвенције
Одрживост	Енергетски извори не би смели да се црпе пребрзо.	Фондови природних ресурса дизајнирани да штеде за будуће генерације; накнаде

		за системске бенефиције
Унутар-генерацијска правичност	Сви људи имају право на једнак приступ енергетским услугама	УН иницијатива - Одржива енергија за све; Циљеви одрживог развоја (циљ 7)
Међугенерацијска правичност	Будуће генерације имају право да уживају у добром животу независно од штете коју наши енергетски системи данас наносе свету	Промовисање еколошки прихватљивих облика ниско-угљеничне енергије као што су обновљиви извори енергије или ефикасност која може минимизирати екстерналије или продужити експлоатацију ресурса; Имплементација Еколошких обвезница
Одговорност	Све нације имају одговорност и обавезу да заштите природу и да смање претње животној средини повезане са енергетском делатношћу	Оквирна конвенција УН о климатским променама; Зелени климатски фонд

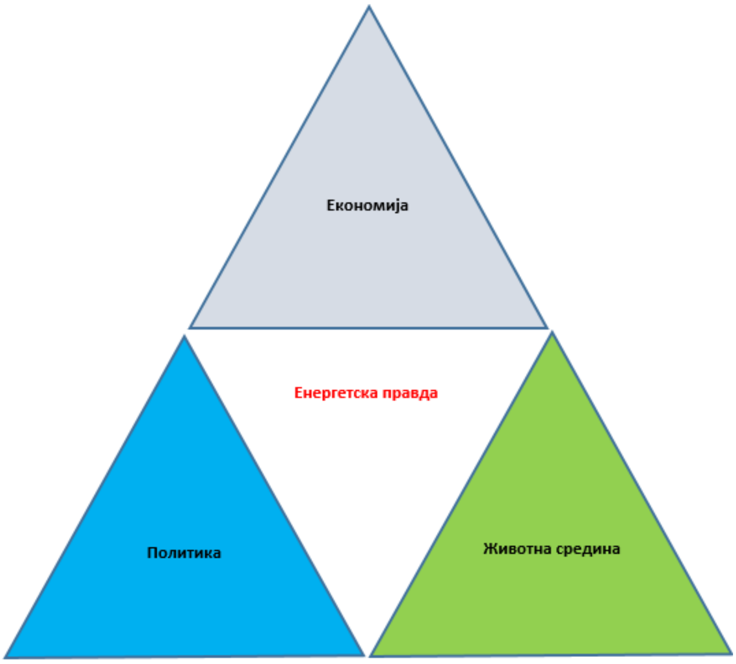
Табела 2: Оквир за доношење одлука о енергетској правди [14]

Концепт енергетске правде је повезан и са антропоцентричним (човек у средишту пажње) и са екоцентричним (екосистем у средишту пажње) вредностима. У свом раду [15] Пелегрини и сарадници *(Pellegrini-Masinia et al., 2020)* наводе како ова два гледишта не морају да се сукобљавају, у случају када се о људском благостању брине на одржив начин. Међутим, очигледно да би ограничавање енергетске политике само на антропоцентричност имало драстично другачије импликације од оних које би се имале када би се енергетска политика базирала само на екоцентричност. Ово наводи на закључак како је енергетска правда погодан алат за балансирање ова два приступа.

Хефрон и сарадници *(Heffron et al., 2015)* у свом раду [11] износе тезу о томе да се енергетска трилема најбоље може балансирати преко концепта енергетске правде и да се на тај начин може постићи праведна равнотежа између три сучељена циља енергетике. Исти аутори наводе као веома важну чињеницу да се на овај начин избегава ефикасност по сваку цену и фокус се пребацује на обезбеђивање правичности и смањења неправди у процесу балансирања енергетске трилеме. На овај начин се обезбеђује отклон од тренутно доминантне

логике у којој економско размишљање представља главни покретач за дефинисање циљева и стратегија енергетске политике [11].

На слици 2 шематски је приказана допуњена енергетска трилема, и ту се у средишту троугла налази енергетско законодавство и политика, а уз уважавање горе наведених аргумената сасвим је оправдано рећи да се најпотпунија слика добија када се у средиште постави енергетска правда (слика 3) која, као што је то већ речено, омогућује развој погодног алата за уравнотежење енергетске трилеме, а све са циљем помоћи доносиоцима одлука у сектору енергетике.



Слика 3: Шематски приказ енергетске трилеме са енергетском правдом у средишту [10]

Од дефинисања концепта енергетске правде постоји тенденција да се са теоријског поља пређе на практичну примену у пракси. Хефрон и сарадници *(Heffron et al., 2017)* у свом раду [10] идентификују три јасне фазе одлучивања применом енергетске правде. Према томе, концепт енергетске правде било је потребно проширити додавањем принципа ресторативне и космополитске правде.

Ресторативна правда је као концепт прво коришћена у кривичном законику. Кроз ресторативни објектив, кривично дело се види као повреда људи и међуљудских односа, а не као повреда државе и њеног уређења. На тај начин, лицу које је нанело повреду ствара се обавеза да санира насталу штету, док правда подразумева укључивање починиоца, жртве и заједнице у процес налажења решења које треба да промовише поправљање штете, помирење и спречавање поновног вршења кривичног дела [16]. Из оваквог одређења, јасно се види како је концепт ресторативне правде врло употребљив у енергетици, у

којој, опет наглашавам, постоји стална потреба уравнотежавања три често опречна захтева који долазе из сфере политике, економије и заштите животне средине (енергетска трилема). Такође, важан елеменат у процесу одлучивања коришћењем концепта енергетске правде јесте и принцип космополитске правде која тежи универзалном приступу, и постулира да су сва људска бића у свим народима повезана и заштићена моралним принципима, те да постоји колективни морал и одговорност који превазилазе границе само једне друштвене групе, без обзира на њену величину и распрострањеност. Космополитска правда јесте принцип према којем је пут до узајамне користи, како појединаца тако и заједница, управо онакав однос према другима каквим би и они сами желели да буду третирани [17].

2.3. Праведна енергетска транзиција – концепт и преглед литературе

Тренутни главни изазов друштава и држава у свету је борба са двоструком глобалном кризом. Још пре деценију човечанство је прешло важне еколошке баријере као што су климатске промене и стопа изумирања биодиверзитета, што представља прву глобалну кризу. Са друге стране, сиромаштво, неједнакост и дискриминација су широко распрострањени и погоршани су догађајима као што је била светска економска криза из 2008. године. Дакле, може се рећи да су погоршање стања животне средине и социо-економски проблеми два главна изазова века [18].

Управо ова двострука глобална криза даје на важности концепту праведне енергетске транзиције, насталом у конвергенцији енергетских транзиција и социо-економских забринутости. Основна идеја праведне енергетске транзиције је такав прелазак на климатски неутралну економију који не ствара нове неједнакости и не повећава сиромаштво угрожених група. Праведан приступ енергетској транзицији мораће стога узети у обзир прерасподелу користи или прерасподелу новог богатства које се ствара између различитих земаља и унутар сваке земље. У основи, то подразумева избалансиран приступ којим морају да се укалкулишу сви елементи енергетске трилеме.

Глобално гледано, Уједињене нације су дефинисале циљеве одрживог развоја (*Sustainable Development Goals - SDGs*) од којих се концепт праведне енергетске транзиције директно наслања на следећа три циља:

- Циљ 7 – чиста и доступна енергија за све
- Циљ 8 – достојанствен рад и економски раст за све
- Циљ 13 – заштита климе

И из овога јасно произилази да је мера праведности енергетске транзиције у директној корелацији са степеном избалансираности енергетске трилеме.

Примера ради, могуће је достићи циљеве дефинисане климатском политиком и смањити ниво емисија штетних гасова и без праведне транзиције, али такав концепт би неминовно довео до ефекта насукане инфраструктуре, насуканих радних места, чак и читавих насуканих заједница чиме би се један проблем решио, а нови отворио. Стога се праведна енергетска транзиција дефинише као поштен и непристрасан процес кретања ка пост-карбонском друштву [19] , што је посебно важно имајући у виду амбициозан план који је по питању декарбонизације донела Европска унија, и по којем се до 2050. године планира „нето нула“ угљеника. У свом раду [19] *McCauley* и *Heffron* наводе како је неолиберализам, који је доминантно утицао на агенду енергетских политика у већини земаља укључујући и Европску Унију, створио олигополистичка тржишта, допринео социјалним неједнакостима, и да наставак неолибералне праксе не омогућава праведне исходе. У истом раду наводи се како је енергетска правда конститутивни део „праведне транзиције“, и то са доминантно краткорочним ефектима локалног карактера, који као такви утичу на еколошку правду и климатску правду.

2.4. Изазови, дилеме и отворена питања у вези концепта енергетске правде

Данашња решења за практичну употребу енергетске правде углавном немају своју егзактну форму, већ у великој мери подразумевају субјективни приступ онога који процењује неправде и даје препоруке за њихово отклањање. Из тог разлога јавља се потреба за креирање алата који се могу користити за квантификацију енергетске правде неког система, а са циљем одабира најподеснијих решења која ће отклонити неправде уз уравнотежење енергетске трилеме.

Енергетска правда не представља физичку величину, зато је као такву не можемо директно мерити, квантификовати и бројчано приказати. Сходно томе, анализирају се својства овог друштвеног концепта, и потом се индиректно врши квантификација, што је иначе уобичајена пракса и код других друштвених мерења.

2.4.1. Квантификација енергетске правде – концепт и преглед литературе

Као што је то раније наглашено, потребно је извршити квантификацију енергетске правде како би се добио алат који би користили доносиоци одлука у енергетском сектору. Хефрон и сарадници *(Heffron et al., 2018)* у свом раду [8] дефинишу Метрику енергетске правде (МЕП) и наводе како је основни циљ обезбедити квантитативно мерење за енергетску правду да би се омогућило поређење између различитих држава, као и за поређење перформанси различитих енергетских технологија са аспекта енергетске правде. Исти аутори у свом раду [11] наводе како прорачун МЕП може произвести три резултата:

- Први: квантификација енергетске правде постојећег енергетског система за сваку државу.

- Други: квантификација енергетске правде за сваки тип енергетске инфраструктуре (нпр. угаљ, гас, ОИЕ).

- Трећи: цена енергетске правде која се може пондерисати, а затим урачунати у оквиру економских модела који упоређују цене за изградњу различите инфраструктуре.

Сличан приступ применио је и Светски савет за енергију (*WEC*) који је дефинисао Светски индекс енергетске трилеме *(World Energy Trilemma Index)* који у суштини квантификује енергетску трилему, и упоредо рангира 125 земаља у погледу њихове способности да обезбеде сигуран, приступачан и еколошки одржив енергетски систем, фокусирајући се на приступачност у економском смислу, што задржава *status quo* енергетског сектора, јер се подстичу јефтина енергетска решења базирана на фосилним горивима [11].

У принципу, обе метрике засноване су на енергетском троуглу у којем су две области врло слично дефинисане (политика и заштита животне средине) док се трећа разликује. Светски индекс енергетске трилеме, трећу област (енергетски капитал) базира на индикаторима [20]: приступачност електричне мреже, доступност чистог кувања, квалитет снабдевања електричном енергијом, однос квалитета снабдевања у руралним срединама у односу на урбана подручја, цене електричне енергије, нафте и гаса. Са друге стране, економија је трећа област која дефинише МЕП и базирана је на следећим индикаторима [20]: анализа трошкова и користи за нову енергетску инфраструктуру, трошкови субвенција за енергетски сектор (развој, функционисање и експлоатација), однос трошкова енергије и расположивог дохотка, користи од стварања нових радних места у пројектима развоја енергетске инфраструктуре (краткорочно и на дуги рок).

Ово је пример како се слично дефинисане метрике могу разликовати по својој суштини. Посматрајући индикаторе, могло би се рећи да метрика успостављена од *WEC* укључује више елемената енергетске правде од саме Метрике енергетске правде, упркос томе што је прва била инспирисана енергетском трилемом заснованом на концепту енергетске одрживости, док је МЕП базирана на енергетској трилеми заснованој на концепту енергетске правде [20].

Квантификација енергетске правде и њено превођење у политичке алате омогућавају лакше разумевање овог концепта делу академске заједнице и креаторима политика. Истовремено, као што се види из наведених примера, постоји простор и потреба да се нове такве метрике конструишу, и то према субјективним критеријумима одабраним од релативно уских група истраживача и практичара [20].

2.4.2. Лимитираност постојећих метрика

У оквиру својих радова [8], [11] Хефрон и сарадници су прво дефинисали, а потом и наставили са развојем Метрике енергетске правде, као алатом за квантификацију енергетске правде. Сами аутори као главни проблем своје метрике наводе недостатак потребних улазних података, а што је посебно изражено за мање развијене државе и државе у развоју, код којих се недовољно прецизно води статистика, или се уопште и не евидентирају многи параметри од значаја за озбиљнију анализу енергетског система. Овај недостатак практично своди употребу овако развијеног алата само на оне најразвијеније, док је за највећи број држава у свету употреба, или лимитирана, или потпуно немогућа.

У свом раду [21] Паровић и Кљајић се баве даљом анализом Метрике енергетске правде где уочавају и друге недостатке. Прво, постоји велика субјективност у одређивању параметара на бази којих се даље израчунавају вредности показатеља елемената енергетске трилеме. Друго, референтна тачка у односу на коју се мери, односно квантификује енергетска правда, одређује се произвољно. Другим речима, сами аутори је одређују на основу свог субјективног осећаја. Треће, начин израчунавања вредности енергетске правде није одређен егзактном математичком формулом, него је више дескриптиван.

Сумирајући, може се рећи да је главни системски недостатак МЕП то што не постоји универзална методологија, што узрокује да се добијени резултати за различите државе не могу довољно прецизно поредити међу собом [21]. Ово је посебно велики проблем за неразвијене државе и државе у развоју, код којих су таква одступања значајно изражена. Из тог разлога је неопходно унапредити постојећу метрику за квантификацију енергетске правде како би се креирао алат који би могао да се користи без обзира на степен развијености анализираних земаља.

III РАЗВОЈ ИНОВИРАНОГ МОДЕЛА МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ

Енергетска правда није директно мерљива физичка величина већ представља концептуални оквир у којем се настоји утврдити када и где се јављају неправде, и како најбоље закон и политика могу одговорити на њих [8]. У оквиру рада [21] показано је да се квантификација енергетске правде може вршити преко одређивања нивоа избалансираности енергетске трилеме. Из тог разлога, прво је потребно уочити везу између енергетске трилеме и енергетске правде, а затим и објаснити на који начин су та два концепта међусобно повезана.

У делу 2.4. овог рада, извршена је анализа лимитираности постојећих метрика за квантификацију енергетске правде. Отклањањем уочених недостатака метрике енергетске правде, уз увођење додатних параметара којима се описује спремност система за транзицију у модел енергетске трилеме за посматране државе, добија се једна иновирана метрика за квантификацију енергетске правде. Из овако конципиране метрике може се конструисати нови индекс којим се квантификује степен праведности енергетске транзиције. На овај начин, креира се један целовит алат који служи као помоћ доносиоцима одлука да транзиционе процесе усмере у правцу праведне енергетске транзиције.

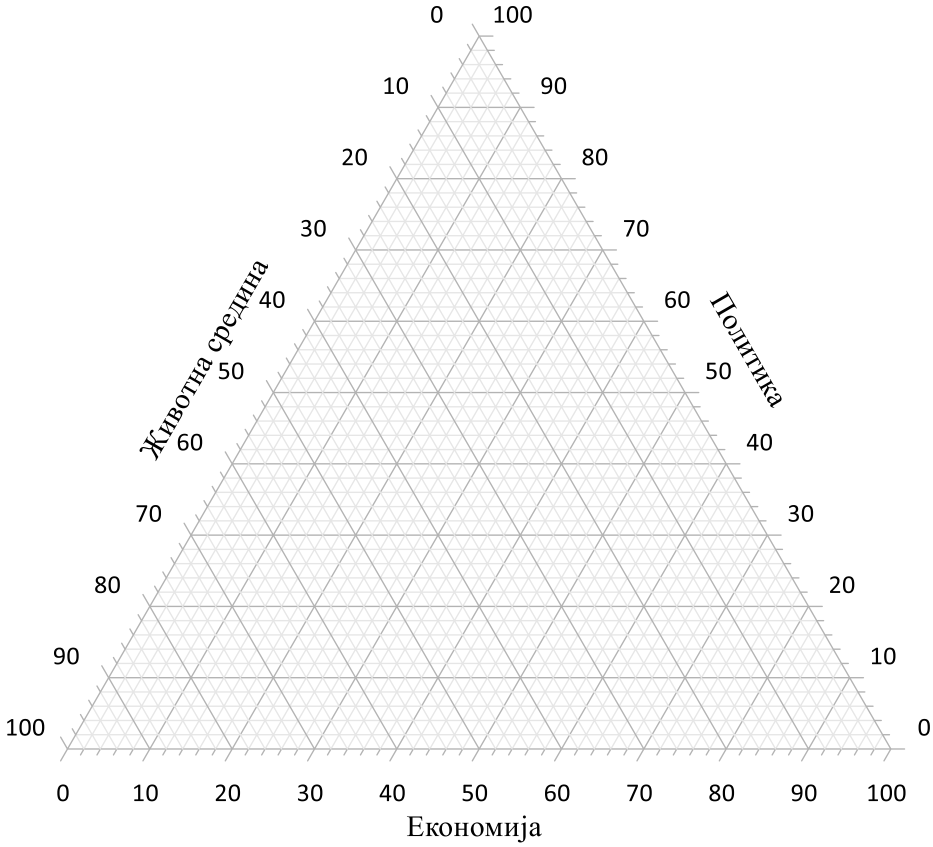
3. ДЕФИНИСАЊЕ ИНОВИРАНОГ МОДЕЛА МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ

3.1. Конструкција тернарног дијаграма за моделовање енергетске трилеме

У оквиру енергетске трилеме сагледава се међусобна интеракција између три различита и често супростављена питања (политике, економије и животне средине). Сходно томе се као најподеснији модел за израчунавање и визуелно приказивање енергетске правде показује тернарни заплет који се графички представља на тернарном фазном дијаграму [11]. Тернарни дијаграм је троугаони дијаграм који приказује пропорцију три промењиве које се збрајају у константу, помоћу барицентричних координата [22]. Тако су барицентричне координате дефинисане до множења са константом која није нула, или су нормализоване до сумирања на јединицу. Тернарни заплет се уобичајено користи у физичкој хемији у случајевима када се описује интеракција између три различита облика материје (гас, течност и чврста супстанца), али се користи и у економији за анализу компоненти БДП-а различитих земаља, као и у теорији игара.

Тернарни фазни дијаграм представља једнакостранични троугао на којем се уцртава интеракција између три елемента, што у случају метрике за израчунавање енергетске правде значи да се у тернарни дијаграм уцртава интеракција параметара енергетске трилеме, чиме се графички омогућава поређење између различитих држава. За генерисање тернарних дијаграма могу

се користити софтвери као што су *Grapher, SigmaPlot* или неки други софтверски алати намењени статистичкој обради података. На слици 4 је дат пример једног тернарног дијаграма у оквиру којег су унете компоненте енергетске трилеме и који служи за графички приказ резултата метрике за квантификовање енергетске правде анализиране државе.



Слика 4: Шематски приказ модела тернарног дијаграма

3.2. Развој математичког модела иновиране метрике за квантификацију енергетске правде

Моделовање и визуелизација енергетске трилеме базиране су на употреби тернарних дијаграма на који се уцртавају вредности показатеља економије, политике и заштите животне средине за посматране државе, а потом се уз помоћ дијаграма израчунавају параметри за квантификацију енергетске правде. Елементи енергетске трилеме представљају просечне вредности скупа параметара којима се описују битни елементи и процеси. Параметри се групишу у скупове тако да се добије показатељ који верно моделује неки важан процес (нпр. економска развијеност неке државе). Овакав метод прорачуна усвојен је као подесан, из модела које су дефинисали аутори Метрике енергетске правде [8], [11].

3.2.1. Моделовање поља економије у енергетској трилеми за анализиране државе

Утицај економије на енергетску трилему неке државе одређује се израчунавањем следећих индикатора:

$$E_1 = \sum_{i=1}^{7} e_{1i}/7 \quad (1)$$

Где је E_1 показатељ економске развијености који се израчунава на бази скупа параметара e_{1i} дефинисаних као:

- e_{11} – цена електричне енергије за домаћинства
- e_{12} – цена електричне енергије за пословне кориснике
- e_{13} – цена гаса
- e_{14} – субвенције у енергетском сектору
- e_{15} – трошкови енергетских акциза (екстерналија)
- e_{16} – извоз енергије
- e_{17} – увоз енергије

$$E_2 = \sum_{i=1}^{4} e_{2i}/4 \quad (2)$$

Где је E_2 показатељ инвестиционе климе који се израчунава на бази скупа параметара e_{2i} дефинисаних као:

- e_{21} – слобода улагања
- e_{22} – приступачност кредита
- e_{23} – капацитети ОИЕ (трендови)
- e_{24} – инвестиције у енергетску ефикасност (трендови)

$$E_3 = \sum_{i=1}^{4} e_{3i}/4 \quad (3)$$

Где је E_3 показатељ инфраструктурне развијености и иновативног пословног окружења, који се израчунава на бази скупа параметара e_{3i} дефинисаних као:

- e_{31} – логистичке перформансе
- e_{32} – транспортна инфраструктура
- e_{33} – доступност технологија

- e_{34} – иновативно пословно окружење

$$E_4 = \sum_{i=1}^{2} e_{4i}/2 \quad (4)$$

Где је E_4 показатељ људских ресурса који се израчунава на бази скупа параметара e_{4i} дефинисаних као:

- e_{41} – запослени у сектору ОИЕ и другим ниско-карбонским енергетским секторима (трендови)
- e_{42} – квалитет образовања

Обједињени показатељ економије у оквиру енергетске трилеме:

$$E = \sum_{i=1}^{4} E_i/4 \quad (5)$$

3.2.2. Моделовање поља политике у енергетској трилеми за анализиране државе

Утицај политике на енергетску трилему неке државе одређује се израчунавањем следећих индикатора:

$$P_1 = \sum_{i=1}^{6} p_{1i}/6 \quad (6)$$

Где је P_1 показатељ енергетске сигурности који се израчунава на бази скупа параметара p_{1i} дефинисаних као:

- p_{11} – степен електрификације
- p_{12} – употреба чврстих горива
- p_{13} – нето увоз енергије
- p_{14} – разноликост укупне примарне потрошње енергије
- p_{15} – диверзификација увоза енергије
- p_{16} – квалитет снабдевања електричном енергијом

$$P_2 = \sum_{i=1}^{5} p_{2i}/5 \quad (7)$$

Где је P_2 показатељ структуре енергетског система који се израчунава на бази скупа параметара p_{2i} дефинисаних као:

- p_{21} – енергетска потрошња по становнику
- p_{22} – удео електричне енергије из ОИЕ

- p_{23} – удео електричне енергије из угља
- p_{24} – флексибилност електро-енергетског система
- p_{25} – удео глобалних резерви фосилних горива

$$P_3 = \sum_{i=1}^{5} p_{3i}/5 \quad (8)$$

Где је P_3 показатељ прописа и политичке стабилности који се израчунава на бази скупа параметара p_{3i} дефинисаних као:

- p_{31} – посвећеност национално утврђеним доприносима (*NDC commitment*)
- p_{32} – политичка стабилност
- p_{33} – регулатива области енергетске ефикасности
- p_{34} – регулатива области ОИЕ
- p_{35} - прописи који регулишу приступ енергији

$$P_4 = \sum_{i=1}^{3} p_{4i}/3 \quad (9)$$

Где је P_4 показатељ снаге институција који се израчунава на бази скупа параметара p_{4i} дефинисаних као:

- p_{41} – ниво корупције
- p_{42} – владавина права
- p_{43} – кредитни рејтинг

Обједињени показатељ политике у оквиру енергетске трилеме:

$$P = \sum_{i=1}^{4} P_i/4 \quad (10)$$

3.2.3. Моделовање поља заштите животне средине у енергетској трилеми за анализиране државе

Утицај заштите животне средине на енергетску трилему неке државе, одређује се израчунавањем следећих индикатора:

$$E_{n1} = \sum_{i=1}^{4} en_{1i}/4 \quad (11)$$

Где је E_{n1} показатељ одрживости животне средине који се израчунава на бази скупа параметара en_{1i} дефинисаних као:

- en_{11} - ниво PM2.5

- en_{12} - енергетски интензитет
- en_{13} - CO_2 по глави становника
- en_{14} - интензитет CO_2

Показатељ еколошких перформанси, E_{n2} рачуна се на бази *Environmental Performance Index (EPI)* [23] који представља метод квантификовања еколошких перформанси државних политика. Имајући у виду да је реч о комплексном индексу у којем су већ урачунати различити еколошки параметри посматране државе, овај показатељ ће се узети као поуздано мерило укупних еколошких перформанси.

Ниво одрживог развоја E_{n3}, који се рачуна на бази ранга државе према укупном резултату индекса *SDG Index* [24] којим се мери општи напредак земље у постизању свих 17 циљева одрживог развоја које су дефинисале УН. Имајући у виду да је реч о комплексном индексу у којем су већ урачунати различити параметри одрживог развоја посматране државе, овај показатељ ће се узети као поуздано мерило укупног нивоа одрживог развоја.

Обједињени показатељ заштите животне средине у оквиру енергетске трилеме:

$$E_n = \sum_{i=1}^{4} En_i/4 \qquad (12)$$

3.2.4. Прикупљање података за израчунавање параметара енергетске трилеме

Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде базиран је на улазним параметрима који су дефинисани и мерени од релевантних међународних институција. У том смислу, коришћен је сличан приступ који су имали креатори Индекса енергетске транзиције [25], где су параметри, такође, бирани из сета познатих економских, енергетских, политичких и еколошких показатеља. На овај начин се омогућава униформност при израчунавању, јер су ови параметри доступни за највећи број држава у свету. Такође, оваквим приступом се умањује субјективност у прорачунима.

У табели 3 дефинисани су улазни параметри помоћу којих ће се вршити моделовање енергетске трилеме за анализиране државе. Уједно, за сваки од дефинисаних улазних параметара дато је објашњење из ког релевантног извора (или више њих) се узимају подаци.

Улазни параметри су изабрани према следећим критеријумима:

- указују на неки сегмент енергетске трилеме;
- уобичајено се користе у пракси и доступни су за већину земаља у свету.

Неки параметри су такви да се одређују анализом неколико различитих показатеља и извора, јер не постоји један егзактан показатељ (нпр. субвенције за енергију), док за неке параметре постоји више различитих релевантних извора (нпр. цена електричне енергије) који се могу подједнако користити. Листа параметара није коначна, могу се додати и други који испуњавају наведене критеријуме. Већи број улазних параметара побољшава квалитет излазних резултата, јер омогућава боље моделирање енергетске трилеме.

Параметри иновиране метрике за квантификацију енергетске правде	
Параметар	**Извори података**
e_{11} – цена електричне енергије за домаћинства	*GlobalPetrolprices* [26]; *Enerdata* [27] или неки други сервис за статистичке податке из енергетског сектора.
e_{12} – цена електричне енергије за пословне кориснике	*GlobalPetrolprices* [26]; *Enerdata* [27] или неки други сервис за статистичке податке из енергетског сектора.
e_{13} – цена гаса	*GlobalPetrolprices* [26]; *Enerdata* [27]; *International Gas Union* [28] или неки други сервис за статистичке податке из енергетског сектора.
e_{14} – субвенције у енергетском сектору	*International Monetary Fund* [29]; извештаји националних влада.
e_{15} – трошкови екстерналија	*International Monetary Fund* [29]; извештаји националних влада.
e_{16} – извоз енергената	*International Energy Agency* [30]; *World Trade Organization* [31]; извештаји националних влада.
e_{17} – увоз енергената	*International Energy Agency* [30]; *World Trade Organization* [31]; извештаји националних влада.
e_{21} – слобода улагања	*The Heritage Foundation* [32]; извештаји националних влада.
e_{22} – приступачност кредита	*World Bank- Doing Business indicators* [33]; извештаји националних влада.

e_{23} – капацитети ОИЕ (трендови)	*International Renewable Energy Agency* [34]; извештаји националних влада.
e_{24} – инвестиције у енергетску ефикасност (трендови)	*International Renewable Energy Agency* [34]; извештаји националних влада.
e_{31} – логистичке перформансе	*World Bank - Logistics Performance Index* [35]; извештаји националних влада.
e_{32} – транспортна инфраструктура	*World Economic Forum Global Competitiveness Index* [36]; *Global Economy* [37]; извештаји националних влада.
e_{33} – доступност технологија	*World Economic Forum Global Competitiveness Index* [36]; извештаји националних влада.
e_{34} – иновативно пословно окружење	*World Economic Forum Global Competitiveness Index* [36]; извештаји националних влада.
e_{41} – запослени у сектору ОИЕ и другим ниско-карбонским енергетским секторима (трендови)	*International Renewable Energy Agency* [34]; извештаји националних влада.
e_{42} – квалитет образовања	*UN - Education Index* [38]; извештаји националних влада.
p_{11} – степен електрификације	*World Bank- World Development Indicators* [39]; извештаји националних влада.
p_{12} – употреба чврстих горива	*World Bank- World Development Indicators* [39]; извештаји националних влада.
p_{13} – нето увоз енергије	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
p_{14} – разноликост укупне примарне потрошње енергије	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.

p_{15} – диверзификација увоза енергије	*Global Energy Security Index* [40]; *United Nations Conference on Trade and Development* [41]; извештаји националних влада.
p_{16} – квалитет снабдевања електричном енергијом	*World Bank -Doing Business indicators* [33]; извештаји националних влада.
p_{21} – енергетска потрошња по становнику	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
p_{22} – удео електричне енергије из ОИЕ	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
p_{23} – удео електричне енергије из угља	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
p_{24} – флексибилност електро-енергетског система	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
p_{25} – удео глобалних резерви фосилних горива	*BP Statistical Review of World Energy* [42]; *US Energy Information Administration* [43]; извештаји националних влада.
p_{31} – посвећеност национално утврђеним доприносима (*NDC commitment*)	*United Nations Framework Convention on Climate Change* [44]; *Climate Change Performance Index (CCPI)* [45]; извештаји националних влада.
p_{32} – политичка стабилност	*World Bank - Political stability index* [46]; извештаји националних влада.
p_{33} – регулатива области енергетске ефикасности	*World Bank - Regulatory Indicators for Sustainable Energy* [47]; извештаји националних влада.
p_{34} – регулатива области ОИЕ	*World Bank - Regulatory Indicators for Sustainable Energy* [47]; извештаји националних влада и др.

p_{35} - прописи који регулишу приступ енергији	*World Bank - Regulatory Indicators for Sustainable Energy* [47]; извештаји националних влада и др.
p_{41} – ниво корупције	*Transparency International Corruption Perceptions Index* [48]; извештаји националних влада.
p_{42} – владавина права	*World Justice Project* [49]; *World Bank-Doing Business indicators* [33]; извештаји националних влада.
p_{43} – кредитни рејтинг	*Moody's, S&P and Fitch* [50]; извештаји националних влада и др.
en_{11} - ниво PM2.5	*IQAir's - The 2020 World Air Quality Report* [51]; извештаји националних влада.
en_{12} - енергетски интензитет	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
en_{13} - CO_2 по глави становника	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.
en_{14} - интензитет CO_2	*International Energy Agency* [30]; извештаји националних влада.

Табела 3: Листа улазних параметара иновиране метрике за квантификацију енергетске правде

3.2.5. Линеаризација и нормализација улазних података за моделовање енергетске трилеме

Параметри дати у табели 3 се мере, израчунавају, или индексирају у различитим јединицама, и због тога је неопходно извршити њихову унификацију и нормализацију. Овај поступак се врши преко линеарне скале са вредностима од 1 до 10 (тзв. категоричке скале дефинисане као што је објашњено у [52]), уз помоћ које аутори који рачунају бројчану вредност енергетске правде скалирају вредности параметара. У формулама којима се математички моделују елементи енергетске трилеме користе се на овај начин скалиране вредности улазних података.

Скалиране вредности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зоне скалирања	Област слабости		Област просека			Област квалитета			Област високих перформанси	

Табела 4: Систем скалирања параметара метрике за квантификацију енергетске правде

У оквиру рада [21] дефинисана је линеарна скала која је подељена у четири области и то:

- **Област слабости** у којој се вредности параметара скалирају оценама 1 и 2. У ову зону спадају параметри који имају ниске и неадекватне вредности у односу на оно на шта указују (нпр. високе вредности загађења). Оцена 1 је крајња доња оцена (доњи екстрем) и додељује се оним параметрима који имају најнижи опсег вредности у читавој групи посматраних држава.

- **Област просека** у којој се вредности параметара скалирају оценама 3, 4 и 5. Опсег вредности за које одређени параметар припада овој зони одређује се на бази анализа вредности посматраног параметра за велики број држава.

- **Област квалитета** у којој се вредности параметара скалирају оценама 6, 7 и 8. Ова зона се одређује на исти начин као претходна.

- **Област високих перформанси** у којој се вредности параметара скалирају оценама 9 и 10. Оцена 10 је крајња горња оцена (горњи екстрем) и додељује се оним параметрима који имају највиши опсег вредности у читавој групи посматраних држава. Правилно одређивање доњег и горњег екстрема у апсолутним вредностима сваког параметра је веома важно, како би се читаво скалирање извршило вредносно адекватно.

Главни изазов код скалирања вредности параметара јесте избегавање субјективних оцена. Субјективност се умањује истовременим анализирањем вредности посматраних параметара за већи број држава, чиме се јасније могу дефинисати параметарске зоне. Велики изазов је и недостатак појединих података, што се делом може кориговати одређивањем скалираних вредности тог параметра на бази рејтинга државе за коју се израчунава и других познатих параметара (нпр. уколико недостаје неки податак о загађењу за државу у развоју, а познато је да та држава доминантно користи угаљ за производњу

електричне енергије, реално је очекивати да скалирана вредност тог параметра буде у зони слабости или доњим вредностима у зони просека) [21].

У математичком моделу за енергетску трилему анализиране државе (формуле од (1) до (12)) улазни параметри се после линеаризације тежински третирају на исти начин тј. пондеришу се једнаким пондерима. Овакав приступ се наводи као прихватљив у раду [52] онда када постоји низак степен међусобне корелације улазних параметара. Ово се може усвојити као довољно добра апроксимација у оквиру спроведеног истраживања, нарочито имајући у виду селекцију улазних параметара који су бирани тако да показују различите економске, политичке и еколошке аспекте употребе енергије, као и природу саме енергетске правде коју одликује велики степен инерције.

Да би се формирао тернарни дијаграм потребно је извршити нормализацију, и претворити у проценте вредности економских, политичких и показатеља животне средине, у оквиру енергетске трилеме.

$$EN = \frac{E}{E+P+E_n} \times 100 \quad (13)$$

$$PN = \frac{P}{E+P+En} \times 100 \quad (14)$$

$$E_nN = \frac{E_n}{E+P+En} \times 100 \quad (15)$$

Уцртавањем нормализованих вредности ових показатеља на тернарни дијаграм омогућава се визуелни приказ избалансираности енергетске трилеме. У израчунавању показатеља енергетске трилеме уврштени су и параметри који показују спремност система за транзицију, чиме се извршило сагледавање могућности да неки систем из тренутног стања, кроз процес транзиције, пређе у неко подесније и у ширем смислу прихватљивије стање.

4. РАЗВОЈ ИНДЕКСА ПРАВЕДНОСТИ ЕНЕРГЕТСКЕ ТРАНЗИЦИЈЕ

4.1. Методологија развоја нових композитних индикатора

У оквиру дисертације [53] наводи се да, у општем смислу, индикатор или показатељ представља квантитативну или квалитативну меру, која потиче из низа чињеница и може открити релевантне информације о ентитетима, као и њихове позиције у посматраној области. Сам индикатор, као мера, може да укаже на правац промена у некој области, или у вези са неким феноменом, у различитим јединицама кроз време. Из тог разлога, индикатори су веома корисни за идентификовање трендова и усмеравање пажње на одређена питања од интереса. У истом раду [53], наводи се да композитни индикатор представља агрегирани индекс који садржи појединачне показатеље и њима одговарајуће тежинске коефицијенте, који обично представљају релативну важност сваког показатеља. Он се формира када се појединачни показатељи интегришу у јединствени индекс. Композитни индикатор мери вишедимензионалне концепте који не могу да се обухвате једним показатељем, нпр. конкурентност, индустријализација, одрживост.

Базичне смернице за формирање композитних индикатора дате су у оквиру OECD методологије [52] у којој се наводи да се сама методолошка процедура састоји из следећих корака:

1. Дефинисање теоријског оквира којим се обезбеђује основа за избор и комбиновање појединачних индикатора у смислени композитни индикатор, користећи начело подобности за одређену сврху;

2. Избор улазних података на основу њихове аналитичке исправности, мерљивости, репрезентативности и релевантности за феномен који се мери, и однос једних са другима. Употребу прокси промењљивих треба размотрити када су подаци оскудни;

3. Прелиминарна анализа по више критеријума се врши како би се стекао увид о међусобним везама варијабли и димензијама феномена који се истражује. Она може укључити корелациону анализу, регресиону анализу, метод главних компонената (факторску анализу), или анализу кластера;

4. Припремна анализа података односи се на импутацију података који недостају коришћењем неке од уобичајених метода (нпр. супституцијом средњом вредношћу, најближим суседним вредностима, или изостављањем неких података), као и посебном испитивању екстрема;

5. Нормализација се врши ради комбиновања појединачних индикатора у композитни индекс. Улазне параметре по правилу треба претходно свести на неке упоредиве вредности, било коришћењем редног броја

(категоричке скале) ординалним скалирањем, стандардизацијом (рачунањем разлике до средње вредности у јединицама стандардне девијације) и најзад, линеарном трансформацијом (свођењем на скалу од 0 до 100);

6. Агрегација и пондерисање су операције уз помоћ којих се појединачни индикатори синтетизују у јединствени индекс (композитни индикатор), при чему се, по правилу врши и пондерисање индикатора. Само пондерисање се врши према усвојеном теоријском оквиру, експертском мишљењу, резултатима факторске анализе, корелације са зависном варијаблом. Дакле, осим скалирања, које укључује имплицитне пондере, и експлицитни пондери се могу користити приликом агрегације показатеља. Њихов циљ је да тежина пондера одговара релативној важности сваке варијабле (или групе варијабли, тј. компоненте) у композитном индексу. Најчешће се користе следећи методи за пондерисање: једнаки пондери, пондери базирани на статистичким моделима, пондери базирани на експертском мишљењу;

7. Испитивање робусности и осетљивости је потребно како би се јасно знало на који начин нормализација утиче на коначне вредности индекса, на недостајање појединих улазних података и њихову замену, као и на сам начин пондерисања и агрегације;

8. Визуализација је добра метода за додатно побољшавање интерпретабилности, као и за приближавање композитног индикатора циљаној групи. Користи се техника визуализације која најбоље предочава природу новоформираног индекса;

9. Тест везе развијеног композитног индикатора са другим показатељима може се вршити регресионом анализом, или поређењем са другим публикованим показатељима.;

10. Уколико је могуће, потребно је остварити кореспонденцију са стварним подацима, што подразумева могућност дезагрегације композитног индикатора на појединачне показатеље;

4.2. Теоријска основа за развој Индекса праведности енергетске транзиције

У одељку 2.3. овог рада констатовано је да је степен праведности енергетске транзиције већи уколико је избалансираност енергетске трилеме посматране државе боља. Управо ова корелација служи као база да се изврши квантификација праведности у процесу енергетске транзиције за анализиране државе.

Да би се квантификовала избалансираност претходно је потребно дефинисати тачку идеално избалансиране енергетске трилеме (IBET), по једном од два усвојена критеријума:

- „крути идеал“ (у којем су вредности идеализованих параметара енергетске трилеме ENI, PNI и EnNI редом 33,33,34, односно тачка IBET(33,33,34)) који представља сам физички центар тернарног дијаграма, уз уважавање нормализованих вредности показатеља. Овим приступом се омогућава униформност, јер се на исти начин третирају све државе у свету. Додатно се омогућује и једноставније рангирање држава, али се не уважавају особености између различитих група држава у свету (нпр. најразвијеније и најсиромашније, или разлике између европских и азијских држава у развоју).

- „пливајући идеал“, у којем су вредности идеализованих параметара енергетске трилеме ENI, PNI и EnNI одређене тако да се за сваку групу држава у свету дефинише IBET. Државе се разврставају у групе на бази критеријума које одређује Светски економски форум или нека друга релевантна међународна организација. На овај начин се уважавају и особености држава, чиме се добија реалнија слика рангирања, уз предуслов да се правилно одабере тачка идеалног баланса енергетске трилеме, што је уједно и главни недостатак, јер се у том избору мора ослањати на субјективни осећај аутора, у великој мери.

4.3. Конструкција математичких формула за израчунавање Индекса праведности енергетске транзиције

Узевши у обзир до сада дефинисане параметре и методологију, произилази да се индикатор који показује праведност енергетске транзиције може одредити у односу на удаљеност вредности параметара енергетске трилеме посматране државе од тачке идеално избалансиране енергетске трилеме (IBET). Индекс праведности енергетске транзиције (JETI), као новоформирани композитни енергетски индикатор представља сложени индекс којег ћемо израчунавати по формули:

$$\mathrm{JETI} = \frac{\mathrm{JE}+\mathrm{JP}+\mathrm{JEn}}{3} \tag{16}$$

Параметри JE, JP и JEn представљају мере удаљености појединих елемената енергетске трилеме у односу на тачку дефинисаног идеала (нпр. JE је мера просторне удаљености EN параметра за анализирану земљу у односу на вредност ENI) и израчунавају се по формулама:

$$\mathrm{JE} = 100 - \frac{|\mathrm{ENI} - \mathrm{EN}|}{\mathrm{ENI}} \times 100 \tag{17}$$

$$JP = 100 - \frac{|PNI - PN|}{PNI} \times 100 \qquad (18)$$

$$JE_n = 100 - \frac{|EnNI - EnN|}{EnNI} \times 100 \qquad (19)$$

Индекс праведности енергетске транзиције је развијен доследном применом методологије дате у документу *Handbook on Constructing Composite Indicators, Methodology and User Guide* [52], што ће у оквиру одељка анализе резултата спроведеног нумеричког експеримента бити и приказано.

IV ЕМПИРИЈСКО ИСТРАЖИВАЊЕ

Емпиријско истраживање дефинише се као истраживање у којем су закључци студије извучени строго из конкретних емпиријских и стога „проверљивих“ доказа. До ових емпиријских доказа може се доћи уз помоћ квантитативног истраживања или квалитативних метода истраживања. У том смислу емпиријско истраживање односи се на доношење закључака на бази података прикупљаних користећи доказе које пружа запажање или искуство, или података прикупљених помоћу калибрираних научних инструмената.

Квантитативна емпиријска истраживања користе се за прикупљање података путем нумеричких метода. Користе се за квантификацију различитих процеса (друштвених, радних, техничких и сл.). Ова истраживања су унапред дефинисана и имају структуриранији формат. Квалитативна емпиријска истраживања користе се за прикупљање ненумеричких података. Користе се за проналажење значења, мишљења или основних узрока испитаника. Ове методе су неструктуриране или полуструктуриране.

У оквиру дисертације биће извршен нумерички експеримент на бази кога ће се вршити провера постављене хипотезе и ваљаност дефинисаног иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде. По својој природи изведени експеримент је нумерички експеримент претпоставке што значи да резултати не могу бити потврђени неким лабораторијским проверама. У оквиру рада [54] наведене су неке специфичности нумеричког експеримента и то:

- нумеричка симулација реалних физичких услова која омогућава прецизније схватање понашања реалних пондерабилних система,
- идеализовани апстрактни услови, при чему је број података који су унесени довољно велик да ти апстрактни услови буду максимално приближени реално-физичким условима,
- изводи се у вештачки формираним условима, што значи да постоје инструменти помоћу којих се експеримент врши. У случају нумеричког експеримента инструменталност чине симулирани услови (нпр. симулација експлозије атомске бомбе) у оквиру којих се посматрају разни параметри који описују симулирани догађај,
- проверљивост нумеричког експеримента која указује на утицај експериментатора (он је тај који "влада" експериментом) и могућност верификације тврдње при његовом проверавању,
- код нумеричког експеримента исказ је сингуларне природе јер резултат нумеричког експеримента није генерализован. Он је партикуларна информација добијена нумеричким експериментом.

Резултати спроведеног нумеричког експеримента ће прво бити протумачени применом методе дескриптивне анализе. Потом, биће извршена валидација иновиране метрике за квантификацију енергетске правде методом поређења са већ постојећим и провереним енергетским индикаторима који указују на сличне феномене као и дефинисана метрика (нпр. енергетска трилема, енергетска транзиција и сл.). У циљу додатне аргументације у процесу верификације биће урађена сценаријска анализа енергетске транзиције Републике Србије уз помоћ развијене иновиране метрике. На овај начин биће показано како је креиран алат који може бити равноправно коришћен у анализама енергетских система, као и да се његовом употребом добијају нове корисне информације за доносиоце одлука. Закључци добијени након урађене сценаријске анализе биће упоређени са онима добијеним из истраживања заснованим на другачијим методолошким основама. Тиме ће бити показано како развијена иновирана метрика даје квалитетне излазне резултате како у погледу тачности, тако и у погледу њихове употребљивости, разумљивости и могућности њиховог једноставног ширења ка различитим заинтересованим групама.

На овај начин биће заокружен читав процес од поставке проблема, дефинисања хипотезе, развоја метрике и коначно потврде њене учинковитости и могућности конкретне примене у пракси као једног погодног алата за помоћ доносиоцима одлука у енергетском сектору.

5. ИЗРАЧУНАВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ ИНОВИРАНОМ МЕТРИКОМ

5.1. Одабир држава за које ће се вршити нумерички експеримент

Како би излазни резултати спроведеног нумеричког експеримента били погодни за извлачење уопштених закључака, државе за које ће се вршити израчунавање параметара енергетске правде иновираном метриком биће биране према следећим критеријумима:

- европска држава средње величине (од 5 до 10 милиона становника),
- структура привреде и економије,
- структура енергетског микса,
- политички статус државе.

У том смислу одабране су: Краљевина Данска, Република Бугарска и Република Србија као три репрезентативне државе.

5.1.1. Главне карактеристике Краљевине Данске

У оквиру табеле 5 дате су главне карактеристике Краљевине Данске у складу са дефинисаним критеријумима.

Главне карактеристике анализиране државе	
Популација и величина	Данска је држава на северу Европе која заузима површину од око 40000km^2 и има према проценама око 5800000 становника [55].
Структура привреде и економије	Данска има развијену мешовиту економију (економски систем који меша елементе тржишне економије са елементима планске економије, слободна тржишта са државним интервенционизмом, или приватна предузећа са јавним предузећима), а према *World Bank* [56] спада у ред земаља које имају економије са високим приходима. Главне карактеристике економије [55]: • БДП (номинални) – 355,2 милијарди US$, • БДП (по глави становника) – 60909 US$, • *Gini index* – 28,2, • *Ease of Doing Business rank - 4.* У структури привреде услуге чине око 75% БДП-а, производња око 15%, а пољопривреда мање од 2%. Главне индустрије укључују турбине на ветар, фармацеутске производе, медицинску опрему, машине и транспортну опрему, прераду хране и грађевинарство.
Структура енергетског микса	Данска до 2014. године није била увозник енергије имајући у виду сопствену значајну производњу (гас и нафта) као и значајну употребу енергије ветра. Према подацима [30] домаћа производња је око 14 Mtoe, удео ОИЕ око 70%, угља око 10%.
Политички статус	Данска је држава чланица ЕУ и *OECD* и део је политичког запада од завршетка Другог светског рата.

Табела 5: Главне карактеристике Краљевине Данске

5.1.2. Главне карактеристике Републике Бугарске

У оквиру табеле 6 дате су главне карактеристике Републике Бугарске у складу са дефинисаним критеријумима.

Главне карактеристике анализиране државе	
Популација и величина	Бугарска је држава на југоистоку Европе која заузима површину од око 108000km^2 и има према проценама око 6900000 становника [55].
Структура привреде и економије	Економија Бугарске функционише на принципима слободног тржишта, са великим приватним сектором и мањим јавним. Бугарска је индустријализована земља са вишим средњим дохотком према подацима *World Bank* [56]. Главне карактеристике економије [55]: • БДП (номинални) – 69,1 милијарди US$, • БДП (по глави становника) – 9976US$, • *Gini index* – 41,3, • *Ease of Doing Business rank* - 61. У структури привреде услуге чине око 67% БДП-а, индустријска производња око 27,5%, а пољопривреда мање око 5%. У периоду хладног рата Бугарска је имала развијену тешку индустрију махом конципирану за тржиште СССР-а и у току транзиције је та индустрија у великој мери смањила своју продуктивност. Данас је развијена производња пољопривредних машина и шинских возила, као и оружја и електричних апарата.
Структура енергетског микса	Бугарска је зависна од увоза енергије. Према подацима [30] домаћа производња је око 10 Mtoe, удео ОИЕ око 17%, угља око 35%.
Политички статус	Бугарска је држава чланица ЕУ, а од завршетка Другог светског рата била је чланица Источног блока, а потом је прошла кроз период транзиције.

Табела 6: Главне карактеристике Републике Бугарске

5.1.3. Главне карактеристике Републике Србије

У оквиру табеле 7 дате су главне карактеристике Републике Србије у складу са дефинисаним критеријумима.

Главне карактеристике анализиране државе	
Популација и величина	Србија је држава на југоистоку Европе која заузима површину од око 87000km^2 и има према проценама око 6900000 становника [55].
Структура привреде и економије	Економија Србије функционише на принципима слободног тржишта, са значајним уделом јавног сектора. Србија је недовољно индустријализована земља са средњим дохотком према подацима *World Bank* [56]. Главне карактеристике економије [55]: • БДП (номинални) – 53 милијарди US$, • БДП (по глави становника) – 7666US$, • *Gini index* – 36,2, • *Ease of Doing Business rank* - 44. У структури привреде услуге чине око 66% БДП-а, индустријска производња око 24,8%, а пољопривреда око 6,5%. Република Србија је током деведесетих година прошлог века прошла кроз период санкција и ратова што је значајно утицало на пад пре свега индустријске производње. Након тога је наступио период транзиције који још увек није завршен. Најјачи сектори привреде Србије су енергетика, аутомобилска индустрија, машинство, рударство и пољопривреда. Примарни индустријски извоз земље су аутомобили, основни метали, намештај, прерада хране, машине, хемикалије, шећер, гуме, одећа и фармацеутски производи.
Структура енергетског микса	Србија је зависна од увоза енергије. Према подацима [30] домаћа производња је око 9 Mtoe, удео ОИЕ око 22%, угља око 61%.
Политички статус	Србија је држава која је у процесу придруживања ЕУ, али није део заједничке спољне политике, тако да

	значајна сарадња постоји и са Русијом и Кином.

Табела 7: Главне карактеристике Републике Србије

Због свега наведеног у табелама 5, 6 и 7, показује се да анализа ове три одабране државе дају добру и довољно широку основу за екстраполацију квалитетних и универзалних закључака о постављеној тези. Одабиром Данске, Бугарске и Србије покривен је опсег од држава у развоју до високо развијених држава, чиме ће се омогућити експериментална провера практичне употребљивости и исправности иновиране метрике за квантификацију енергетске правде.

5.2. Израчунавање параметара енергетске правде за анализиране државе

На бази методологије и математичког апарата датог у 3. делу дисертације, извршено је моделовање енергетске трилеме за три одабране државе. Читав процес рачунања и скалиране вредности излазних резултата су дати у табели 8.

Параметар	**Србија**	**Бугарска**	**Данска**
e_{11} – цена електричне енергије за домаћинства	**7** - Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена електричне енергије за домаћинства у Србији је у 2020. години износила 0,080 €/kWh што је 54. позиција у свету.	**5** – Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена електричне енергије за домаћинства у Бугарској је у 2020. години износила 0,117 €/kWh што је 79. позиција у свету.	**1** - Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена електричне енергије за домаћинства у Данској је у 2020. години износила 0,279 €/kWh што је 131. позиција у свету.
e_{12} – цена електричне енергије за пословне кориснике	**7** – Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена електричне енергије за пословне	**7** – Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена електричне енергије за пословне	**1** - Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена електричне енергије за

	кориснике у Србији је у 2020. години износила 0,088 €/kWh што је 52. позиција у свету.	кориснике у Бугарској је у 2020. години износила 0,089 €/kWh што је 53. позиција у свету.	пословне кориснике у Данској је у 2020. години износила 0,189 €/kWh што је 125. позиција у свету.
e_{13} –цена гаса	**7** - Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена природног гаса у Србији је у 2020. години износила 0,032 €/kWh што је 17. позиција у свету.	**7** - Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена природног гаса у Бугарској је у 2020. години износила 0,035 €/kWh што је 18. позиција у свету.	**2** - Према подацима доступним на платформи *Global Petrol Prices* цена природног гаса у Данској је у 2020. години износила 0,093 €/kWh што је 42. позиција у свету.
e_{14} – субвенције у енергетском сектору	**1** – Србија има крајње нетранспарентну политику субвенционисања енергетског сектора. Поготово у сектору угља и земног гаса. Енергетска заједница у извештају из 2019. године наводи да су директне субвенције у сектор угља три пута веће од субвенција за ОИЕ. Такође,	**4** – Бугарска спада у ред држава са издвајањем највећег процента БДП-а за субвенције сектору енергетике (2,4% БДП). Структура субвенција је релативно повољна имајући у виду да се сличан износ даје за обновљиве изворе и за фосилна горива. Приметан је и тренд великих субвенција сектору нуклеарне	**9** – Данска процентуално улаже око 0,8% БДП за субвенције сектору енергетике чиме спада у ред држава са ниским издвајањима. Врло је повољна структура субвенциониса ња имајући у виду да је готово половина

	индиректне субвенције многоструко превазилазе директне. Уједно, постоје и велике индиректне субвенције у сектор гаса (нпр. у случају када Влада Републике Србије преузима дугове ЈП Србијагас), као и у сектору даљинског грејања. Због свега овога Србија је на константном удару критика из Европске заједнице.	енергетике.	субвенција за ОИЕ.
e_{15} – трошкови енергетских акциза (екстерналија)	**3** – Србија има доста неповољну политику акциза у сектору енергетике (у 2018. години наплаћено око 170 милијарди РСД што је преко 1,4 милијарде евра око 3,2% БДП, што је знатно више од просека ЕУ од 1,84% БДП), што доводи до тога да је цена нафте и нафтиних деривата међу највећима у региону југоисточне Европе. Постоји и системски проблем у којем се ПДВ	**6** – Бугарска има стопу акциза у енергетици међу најмањима у ЕУ (око 424 €/1000l за бензин, док нема акциза за електричну енергију која се користи у домаћинствима, а за друге кориснике 1,02 €/MWh итд.). Од еколошких такси долази око 2,7% БДП. Неповољна ситуација у вези са политиком акциза је то што нема адекватног поврата на решавање	**7** - Данска има стопу акциза у енергетици међу највећима у ЕУ (око 748 €/1000l за бензин од чега 57€ иде на таксу за CO_2, акциза за струју 0,54 €/MWh итд.). Од еколошких такси долази око 3,7% БДП. Данска издваја око 0,38% БДП за пројекте заштите животне средине и то највише за

	обрачунава на цену са акцизом, због чега долази до дуплог опорезивања. У свим акцизама Србија се налази изнад вредности минималних које је прописала ЕУ. Акциза на крајњу употребу електричне енергије као и накнада за ОИЕ који иду на терет корисника спадају у ранг изнад минималних вредности ЕУ иако је укупна цена електричне енергије међу најнижима. На овај начин као и у случају нафте и нафтиних деривата таксе и акцизе имају доминантан утицај у укупној цени производа. Србија још увек нема уведене посебне таксе на емисије штетних гасова. Оно што је посебно неповољно је да новац наплаћен од ових акциза махом	проблема негативних екстерналија. Бугарска издваја око 0,65% БДП за пројекте заштите животне средине и то махом за управљање отпадом.	очување биодиверзитета и предела. Главни град Данске, Копенхаген је први град у свету који је отпочео политику карбонске неутралности и према плановима 2025. године ће тај план бити испуњен.

	не иде на санирање штете услед негативних екстерналија. Као фактор који је такође индикативан у погледу екстерналија је издвајање 0,5% БДП за заштиту животне средине и то махом за управљање отпадом.		
e_{16} – извоз енергије	**2** – Србија је занемарљив извозник енергије. Једино у области електричне енергије постоји значајнији извоз и Србија је на платформи *World's Top Exports* рангирана на 46. месту у свету по извозу који је за 2019. годину износио 81.158.000 USD. Према подацима IEA извози се око 900 kt прерађевина од нафте годишње.	**4** – Бугарска је мали извозник енергије. У области електричне енергије постоји значајнији извоз и Бугарска је на платформи *World's Top Exports* рангирана на 24. месту у свету по извозу који је за 2019. годину износио 392.431.000 USD. Према подацима IEA извози се око 3500 kt прерађевина од нафте годишње.	**6** – Данска је средњи извозник енергије. У области електричне енергије Данска је на платформи *World's Top Exports* рангирана на 27. месту у свету по извозу који је за 2019. годину износио 339.917.000 USD. Према подацима IEA извози се око 6000 kt прерађевина од нафте годишње, око

			2000 kt сирове нафте и око 55.000 TJ-bruto земног гаса.
e_{17} – увоз енергије	**5** – Србија је укупно зависна од увоза енергије са 37,5%. Према подацима IEA за 2018. годину нето увоз је био 5,4 Mtoe, а домаћа производња нешто више од 9 Mtoe.	**4** – Бугарска је укупно зависна од увоза енергије са 41%. Према подацима IEA за 2018. годину нето увоз је био 6,9 Mtoe, а домаћа производња била је око 10 Mtoe.	**6** - Данска је укупно зависна од увоза енергије са 34%. Према подацима IEA за 2018. годину нето увоз је био 7,2 Mtoe (до 2014. године Данска није била увозник), а домаћа производња била је око 14 Mtoe.
$E_1 = \sum_{i=1}^{7} e_{1i}/7$ - Економска развијеност	5	5	5
e_{21} – слобода улагања	**6** – Према рангирању *The Heritage Foundation* Србија се налази на 54. месту по слободи улагања.	**8** – Према рангирању *The Heritage Foundation* Бугарска се налази на 35. месту по слободи улагања.	**10** – Према рангирању *The Heritage Foundation* Данска се налази на 10. месту по слободи улагања.
e_{22} – приступачност кредита	**5** – Према рангирању *World bank* о доступности кредита Србија има просечну оцену око 3,5 за период последњих 5	**6** – Према рангирању *World bank* о доступности кредита Бугарска има просечну оцену око 3,8 за период последњих	**7** – Према рангирању *World bank* о доступности кредита Данска има просечну оцену око 4,1 за период

	година.	5 година.	последњих 5 година.
e_{23} – капацитети ОИЕ (трендови)	**4** - На основу података *IRENA* Србија има око 3000 MW инсталираних капацитета ОИЕ и производњу око 70000 TJ енергије из ових извора.	**4** - На основу података *IRENA* Бугарска има нешто преко 3000 MW инсталираних капацитета ОИЕ и производњу око 80000 TJ енергије из ових извора.	**7** - На основу података *IRENA* Данска има нешто преко 8000 MW инсталираних капацитета ОИЕ и производњу око 220000 TJ енергије из ових извора.
e_{24} – инвестиције у енергетску ефикасност (трендови)	**3** – Србија је енергетски неефикасна држава. Према подацима IEA тренд је да се троши 0,4 toe енергије по јединици БДП и ту није било значајнијих промена у последњих десет година.	**4** – Бугарска је енергетски неефикасна држава. Према подацима IEA тренд је да се троши 0,3 toe енергије по јединици БДП, што је смањење у односу на ранији период када је просечно било 0,4 toe.	**10** – Данска спада у светске лидере по енергетској ефикасности. Према подацима IEA тренд је да се троши мање од 0,1 toe енергије по јединици БДП и постоји десетогодишњи процес повећања енергетске ефикасности.
$E_2 = \sum_{i=1}^{4} e_{2i}/4$ - Инвестициона клима	5	6	9
e_{31} – логистичке перформансе	**5** – На основу *Logistics Performance Index (World Bank)* са вредношћу 2,84 Србија је	**6** – На основу *Logistics Performance Index (World Bank)* са вредношћу 3,03 Бугарска је	**10** – На основу *Logistics Performance Index (World Bank)* са вредношћу 3,99

	рангирана на 63. месту у свету.	рангирана на 52. месту у свету.	Данска је рангирана на 8. месту у свету.
e_{32} – транспортна инфраструктура	**3** - Према подацима доступним на платформи *Global Economy* Србија има следеће карактеристике транспортне инфраструктуре: • Квалитет путева – вредност 3,5 и 100. место у свету. • Квалитет пруга – вредност 2,6 и 82. место у свету. • Квалитет лука – вредност 3,1 и 112. место у свету. • Квалитет аеродрома – вредност 4,3 и 92. место у свету.	**4** - Према подацима доступним на платформи *Global Economy* Бугарска има следеће карактеристике транспортне инфраструктуре: • Квалитет путева – вредност 3,4 и 101. место у свету. • Квалитет пруга – вредност 3,1 и 62. место у свету. • Квалитет лука – вредност 4,3 и 62. место у свету. • Квалитет аеродрома – вредност 4,5 и 75. место у свету.	**10** - Према подацима доступним на платформи *Global Economy* Данска има следеће карактеристике транспортне инфраструктуре: • Квали-тет путева – вре-дност 5,6 и 13. место у свету. • Квали-тет пруга – вре-дност 4,5 и 24. место у свету. • Ква-литет лука – вре-дност 5,8 и 5. место у свету. • Квали-

			тет аеродрома – вредност 5,8 и 11. место у свету.
e_{33} – доступност технологија	**4** - У редовном извештају *Global Competitiveness Report (GCR)* који доноси *World Economic Forum Global* Србија је рангирана на 72. месту у свету са вредношћу *Global Competitiveness Index* од 4,14. Анализа способности употребе постојећих технологија је саставни елемент дефинисаног индекса.	**6** - У редовном извештају *Global Competitiveness Report (GCR)* који доноси *World Economic Forum Global* Бугарска је рангирана на 49. месту у свету са вредношћу *Global Competitiveness Index* од 4,46. Анализа способности употребе постојећих технологија је саставни елемент дефинисаног индекса.	**10** - У редовном извештају *Global Competitiveness Report (GCR)* који доноси *World Economic Forum Global* Данска је рангирана на 10. место у свету са вредношћу *Global Competitiveness Index* од 5,39. Анализа способности употребе постојећих технологија је саставни елемент дефинисаног индекса.
e_{34} – иновативно пословно окружење	**4** - У редовном извештају *Global Competitiveness Report (GCR)* који доноси *World Economic Forum Global* Србија је рангирана на 72.	**6** - У редовном извештају *Global Competitiveness Report (GCR)* који доноси World *Economic Forum Global* Бугарска је рангирана на 49.	**10** - У редовном извештају *Global Competitiveness Report (GCR)* који доноси *World Economic*

	место у свету са вредношћу *Global Competitiveness Index* од 4,14. Анализа иновативности пословног окружења је саставни елемент дефинисаног индекса.	место у свету са вредношћу *Global Competitiveness Index* од 4,46. Анализа иновативности пословног окружења је саставни елемент дефинисаног индекса.	*Forum Global* Данска је рангирана на 10. место у свету са вредношћу *Global Competitiveness Index* од 5,39. Анализа иновативности пословног окружења је саставни елемент дефинисаног индекса.
$E_3 = \sum_{i=1}^{4} e_{3i}/4$ - Инфраструктурна развијеност и иновативно пословно окружење	4	6	10
e_{41} – запослени у сектору ОИЕ и другим нискокарбонским енергетским секторима (трендови)	**3** - На основу података *IRENA* Србија има око 4500 директно запослених у сектору ОИЕ. Податак је базиран на процени *IRENA* и може се претпоставити да је у стварности овај број нешто већи.	**10** - На основу података *IRENA* Бугарска има око 45000 директно запослених у сектору ОИЕ чиме спада у врх листе земаља величине до 10 милиона становника.	**10** - На основу података *IRENA* Данска има око 45000 директно запослених у сектору ОИЕ чиме спада у врх листе земаља величине до 10 милиона становника.
e_{42} – квалитет образовања	**7** - У редовном извештају Уједињених нација Србија је по	**8** - У редовном извештају Уједињених нација Бугарска је по	**10** - У редовном извештају Уједињених

	квалитету образовања рангирана на 55. месту у свету са вредношћу *Education Index* од 0,76.	квалитету образовања рангирана на 49. месту у свету са вредношћу *Education Index* од 0,78.	нација Данска је по квалитету образовања рангирана на 2. месту у свету са вредношћу *Education Index* од 0,92.
$E_4 = \sum_{i=1}^{2} e_{4i}/2$ - Људски ресурси	5	9	10
$\mathbf{E = \sum_{i=1}^{4} E_i/4}$ – **Обједињени показатељ економије**	**5**	**7**	**9**
p_{11} – степен електрификације	**10** – Према подацима *World Bank* Србија има 100% извршену електрификацију.	**10** – Према подацима *World Bank* Бугарска има 100% извршену електрификацију.	**10** – Према подацима *World Bank* Данска има 100% извршену електрифика-цију.
p_{12} – употреба чврстих горива	**7** – Према подацима *World Bank* Србија има око 77% становништва које има приступ чистим технологијама за кување. Уједно, у односу на посматране државе Србија има највећи ниво емисије CO_2 од сагоревања чврстог горива.	**8** – Према подацима *World Bank* Бугарска има око 89% становништва које има приступ чистим технологијама за кување.	**10** – Према подацима *World Bank* Данска има око 100% становништва које има приступ чистим технологијама за кување.
p_{13} – нето увоз	**5** – Србија је зависна од увоза	**4** – Бугарска је зависна од увоза	**6** - Данска је зависна од

енергије	енергије. Према подацима IEA за 2018. годину нето увоз је био 5,4 Mtoe, а домаћа производња нешто више од 9 Mtoe.	енергије. Према подацима IEA за 2018. годину нето увоз је био 6,9 Mtoe, а домаћа производња била је око 10 Mtoe.	увоза енергије. Према подацима IEA за 2018. годину нето увоз је био 7,2 Mtoe (до 2014. године Данска није била увозник), а домаћа производња била је око 14 Mtoe.
p_{14} – разноликост укупне примарне потрошње енергије	**5** – Разноликост укупне примарне потрошње енергије је као параметар укључен у *Global Energy Security Index.* Вредност овог индекса за Србију износи 43,8%.	**7** – Разноликост укупне примарне потрошње енергије је као параметар укључен у *Global Energy Security Index.* Вредност овог индекса за Бугарску износи 48,7%.	**10** – Разноликост укупне примарне потрошње енергије је као параметар укључен у *Global Energy Security Index.* Вредност овог индекса за Данску износи 55,7%.
p_{15} - диверзификација увоза енергије	**5** – Диверзификација увоза енергије је као параметар укључена у *Global Energy Security Index.* Вредност овог индекса за Србију износи 43,8%.	**7** – Диверзификација увоза енергије је као параметар укључена у *Global Energy Security Index.* Вредност овог индекса за Бугарску износи 48,7%.	**10** – Диверзификација увоза енергије је као параметар укључена у *Global Energy Security Index.* Вредност овог индекса за Данску износи 55,7%.
p_{16} – квалитет снабдевања	**7** - Србија има вредност 4,97	**6** - Бугарска има вредност 4,77	**10** - Данска има вредност 6,79

електричном енергијом	параметра *Quality of electricity supply* који дефинише *World Bank.*	параметра *Quality of electricity supply* који дефинише *World Bank.*	параметра *Quality of electricity supply* који дефинише *World Bank.*
$P_1 = \sum_{i=1}^{6} p_{1i}/6$ - Енергетска сигурност	7	7	9
p_{21} – енергетска потрошња по становнику	**8** – Према подацима *IEA* у Србији се троши 2,2 toe енергије по становнику (на платформи *Our world in data* је податак 21482 kWh).	**7** – Према подацима *IEA* у Бугарској се троши 2,6 toe енергије по становнику (на платформи *Our world in data* је податак 29649 kWh).	**6** – Према подацима *IEA* у Данској се троши 2,8 toe енергије по становнику (на платформи *Our world in data* је податак 33535 kWh).
p_{22} – удео енергије из ОИЕ у производњи електричне енергије	**6** – Према подацима *IEA* у Србији је удео ОИЕ 22%.	**5** – Према подацима *IEA* у Бугарској је удео ОИЕ 17,1% .	**9** – Према подацима *IEA* у Данској је удео ОИЕ 70% у финалној енергетској потрошњи.
p_{23} – удео електричне енергије из угља	**2** – Према подацима *IEA* у Србији је удео угља 61%.	**5** – Према подацима *IEA* у Бугарској је удео угља 35%.	**9** – Према подацима *IEA* у Данској је удео угља 10%.
p_{24} – флексибилност електро-енергетског система (груба процена)	**6** - Повећање удела ОИЕ у производњи електричне енергије повећавају потребу за додатном флексибилношћу електро-енергетског	**4** - Бугарска, према подацима IEA, из хидроелектрана и гасних електрана годишње производи око 5500 GWh, док из промењљивих ОИЕ годишње	**2** - Данска, према подацима IEA, из хидроелектрана и гасних електрана годишње производи око

	система. Параметар флексибилности је сложен, а у овом раду ће се узети груба процена базирана на инсталираним производним капацитетима који су флексибилни (са „брзом рампом“) као што су гасне електране, хидроелектране. Србија скоро 30% своје производње базира на хидроелектранама (преко 10000 GWh), а уз релативно низак проценат променљивих ОИЕ (према IEA у 2019. години око 1000 GWh).	произведе око 4500 GWh електричне енергије.	2000 GWh, док из променљивих ОИЕ годишње произведе око 23000 GWh електричне енергије (има пенетрацију од преко 60% променљивих ОИЕ махом из ветра).
p_{25} – удео глобалних резерви фосилних горива	**5** - Према подацима *US Energy Information Administration* Србија је на 73. месту у свету по доказаним резервама нафте и на 62. према доказаним резервама гаса, док се према подацима у оквиру *BP "Total proved reserves of coal"* Србија	**4** - Према подацима *US Energy Information Administration* Бугарска је на 83. месту у свету по доказаним резервама нафте и на 86. према доказаним резервама гаса, док се према подацима у оквиру *BP "Total proved reserves of coal"* Бугарска	**4** - Према подацима *US Energy Information Administration* Данска је на 46. месту у свету по доказаним резервама нафте и на 75. према доказаним резервама гаса, док има занемарљиве

	рангира као 14. држава у свету према резервама угља.	рангира као 24. држава у свету према резервама угља.	резерве угља.
$P_2 = \sum_{i=1}^{5} p_{2i}/5$ - Структура енергетског система	5	5	6
p_{31} – посвећеност национално утврђеним доприносима (*NDC commitment*)	**1** – Србија се веома лоше односи према национално и међународно преузетим обавезама у погледу доприноса смањењу климатских промена. Закон о климатским променама је усвојен тек 18.3.2021. године.	**6** – Бугарска је рангирана на 49. месту у свету у односу на показатељ *Climate Change Performance Index (CCPI)* чија вредност за ову државу 40,12.	**10** – Данска је рангирана на 2. месту у свету у односу на показатељ *Climate Change Performance Index (CCPI)* чија вредност за ову државу 71,12.
p_{32} – политичка стабилност	**5** - Према показатељу *Political stability index* који дефинише *The World Bank*, Србија је за 2019. годину била рангирана на 102. месту у свету.	**7** - Према показатељу *Political stability index* који дефинише *The World Bank*, Бугарска је за 2019. годину била рангирана на 61. месту у свету.	**9** - Према показатељу *Political stability index* који дефинише *The World Bank*, Данска је за 2019. годину била рангирана на 29. месту у свету.
p_{33} – регулатива области енергетске ефикасности	**7** - Према подацима World Bank, у извештају *“Energy Sector Management*	**8** - Према подацима World Bank, у извештају *“Energy Sector Management*	**9** - Према подацима World Bank, у извештају *“Energy Sector*

	Assistance Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“, Србија има резултат 62 (од 100) у погледу регулативе области енергетске ефикасности.	*Assistance Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, Бугарска има резултат 74 (од 100) у погледу регулативе области енергетске ефикасности.	*Management Assistance Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, Данска има резултат 87 (од 100) у погледу регулативе области енергетске ефикасности.
p_{34} – регулатива области ОИЕ	**7** - Према подацима *World Bank* у извештају *“Energy Sector Management Assistance Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, , Србија има резултат 61 (од 100) у погледу регулативе области ОИЕ.	**9** - Према подацима *World Bank* у извештају *“Energy Sector Management Assistance Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, , Бугарска има резултат 82 (од 100) у погледу регулативе области ОИЕ.	**10** - Према подацима *World Bank* у извештају *“Energy Sector Management Assistance Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, , Данска има резултат 95 (од 100) у погледу регулативе области ОИЕ.
p_{35} - прописи који регулишу приступ енергији	**9** - Према подацима у *World Bank* извештају *“Energy Sector Management Assistance Program. 2020. Regulatory*	**9** - Према подацима у *World Bank* извештају *“Energy Sector Management Assistance Program. 2020. Regulatory*	**10** - Према подацима *World Bank* у извештају *“Energy Sector Management Assistance*

	Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“, Србија има 100% приступ електричној енергији, док око 77% становништва има приступ чистим технологијама за кување.	*Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, Бугарска има 100% приступ електричној енергији, док око 89% становништва има приступ чистим технологијама за кување.	*Program. 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy 2020 : Sustaining the Momentum“*, Данска има 100% приступ електричној енергији, док око 100% становништва има приступ чистим технологијама за кување.
$P_3 = \sum_{i=1}^{5} p_{3i}/5$ - Прописи и политичка стабилност	6	8	10
p_{41} – ниво корупције	**6** - Србија је рангирана на 94. месту у свету на основу *Corruption Perceptions Index (CPI)* који дефинише *Transparency International*, са вредношћу показатеља 38.	**7** - Бугарска је рангирана на 69. месту у свету на основу *Corruption Perceptions Index (CPI)* који дефинише *Transparency International*, са вредношћу показатеља 44.	**10** - Данска је рангирана на 1. месту у свету на основу *Corruption Perceptions Index (CPI)* који дефинише *Transparency International*, са вредношћу показатеља 88.
p_{42} – владавина права	**5** - Србија је према *World Justice Project (WJP)* рангирана на 75. месту у свету са вредношћу *WJP Rule of Law Index*	**6** - Бугарска је према *World Justice Project (WJP)* рангирана на 53. месту у свету са вредношћу *WJP Rule of Law Index*	**10** - Данска је према *World Justice Project (WJP)* рангирана на 1. место у свету са вредношћу *WJP Rule of*

	од 0,5.	од 0,55.	*Law Index* од 0,9.
p_{43} – кредитни рејтинг	**5** - Србија има кредитни рејтинг према: *S&P*- BB+ *Moody's*- Ba2 *Fitch*- BB+ и вредност *Trading Economics (TE)*, од 46.	**7** - Бугарска има кредитни рејтинг према: *S&P*- BBB *Moody's*- Baa1 *Fitch*- BBB и вредност *Trading Economics (TE)*, од 61.	**10** - Данска има кредитни рејтинг према: *S&P*- AAA *Moody's*- Aaa *Fitch*- AAA и вредност *Trading Economics (TE)*, од 100.
$P_4 = \sum_{i=1}^{3} p_{4i}/3$ - Снага институција	5	7	10
$\mathbf{P = \sum_{i=1}^{4} P_i/4}$ – **Обједињени показатељ политике**	**6**	**7**	**9**
en_{11} - ниво PM2.5	**3** - У документу *The 2020 World Air Quality Report* који је базиран на платформи за праћење квалитета ваздуха *IQAir's* Србија је рангирана на 28. месту по нивоу PM2.5 са 24,3 µg/m³.	**3** - У документу *The 2020 World Air Quality Report* који је базиран на платформи за праћење квалитета ваздуха *IQAir's* Бугарска је рангирана на 22. месту по нивоу PM2.5 са 27,35 µg/m³.	**9** - У документу *The 2020 World Air Quality Report* који је базиран на платформи за праћење квалитета ваздуха *IQAir's* Данска је рангирана на 85. месту по нивоу PM2.5 са 9,4 µg/m³.
en_{12} - енергетски интензитет	**2** – Према подацима *IEA* у Србији су TES/GDP и TES/GDP(PPP) изражени у	**3** – Према подацима *IEA* у Бугарској су TES/GDP и TES/GDP(PPP) изражени у	**10** – Према подацима *IEA* у Данској су TES/GDP и TES/GDP(PPP) изражени у

	toe/mil2015USD редом око 450 и 130 што су врло високе вредности.	toe/mil2015USD редом око 320 и 130 што су високе вредности.	toe/mil2015USD редом око 50 и 50 што су ниске вредности.
en_{13} - CO_2 по глави становника	**3** - На основу доступних података *World Bank* из 2016. године Србија је била рангирана на 45. месту у свету по количини емитованог CO_2 по глави становника, од 6,4 тона. Према подацима *IEA* у Србији је 2019. године количина емитованог CO_2 по глави становника, од 6,4 тона.	**3** - На основу доступних података *World Bank* из 2016. године Бугарска је била рангирана на 54. месту у свету по количини емитованог CO_2 по глави становника, од 5,85 тона. Према подацима *IEA* у Бугарској је 2019. године количина емитованог CO_2 по глави становника, од 5,7 тона.	**4** - На основу доступних података *World Bank* из 2016. године Данска је била рангирана на 58. месту у свету по количини емитованог CO_2 по глави становника, од 5,55 тона. Према подацима *IEA* у Данској је 2019. године количина емитованог CO_2 по глави становника, од 4,9 тона. Код Данске је приметан пад емитовања CO_2.
en_{14} - интензитет CO_2	**1** - На основу доступних података са платформе *Global Carbon Atlas* за 2019. годину Србија је била рангирана на 10. месту у свету по	**4** - На основу доступних података са платформе *Global Carbon Atlas* за 2019. годину Бугарска је била рангирана на 34. месту у свету по	**8** - На основу доступних података са платформе *Global Carbon Atlas* за 2019. годину Данска је била рангирана на

	интензитету CO_2 са 0,54 $kgCO_2$/GDP. Према подацима *IEA* у Србији је 2019. године интензитет CO_2 рачунат по јединици GDP и GDP(PPP) био 1 $kgCO_2$/2015USD и 0,4 $kgCO_2$/2015USD. Према подацима са платформе *IEA Atlas of Energy*, Србија је рангирана на 13. месту према интензитету CO_2 у односу на TES, са вредношћу 2,9 tCO_2/toe.	интензитету CO_2 са 0,31 $kgCO_2$/GDP. Према подацима *IEA* у Бугарској је 2019. године интензитет CO_2 рачунат по јединици GDP и GDP(PPP) био 0,7 $kgCO_2$/2015USD и 0,27 $kgCO_2$/2015USD. Према подацима са платформе *IEA Atlas of Energy*, Бугарска је рангирана на 60. месту према интензитету CO_2 у односу на TES, са вредношћу 2,2 tCO_2/toe.	117. месту у свету по интензитету CO_2 са 0,11 $kgCO_2$/GDP. Према подацима *IEA* у Данска је 2019. године интензитет CO_2 рачунат по јединици GDP и GDP(PPP) био 0,9$kgCO_2$/2015 USD и 0,9 $kgCO_2$/2015 USD. Према подацима са платформе *IEA Atlas of Energy*, Данска је рангирана на 86. месту према интензитету CO_2 у односу на TES, са вредношћу 1,9 tCO_2/toe.
$E_{n1} = \sum_{i=1}^{4} en_{1i}/4$ - Одрживост животне средине	2	3	8
E_{n2} – Еколошке перформансе	8 Према вредности *Environmental Performance Index (EPI)* од 55,2 Србија је	8 Према вредности *Environmental Performance Index (EPI)* од 57 Бугарска је	10 Према вредности *Environmental Performance Index (EPI)* од

	рангирана на 45. место у свету.	рангирана на 41. место у свету.	82,5 Данска је рангирана на 1. место у свету.
E_{n3} – Ниво одрживог развоја	9 Према вредности *SDG Index* од 75,2 Србија је рангирана на 33. место у свету.	8 Према вредности *SDG Index* од 74,8 Бугарска је рангирана на 39. место у свету.	10 Према вредности *SDG Index* од 84,6 Данска је рангирана на 2. место у свету.
$E_n = \sum_{i=1}^{4} En_i/3$ – Обједињени показатељ заштите животне средине	**6**	**6**	**9**

Табела 8: Вредности параметара енергетске трилеме за анализиране државе

На бази формула (13), (14) и (15) извршена је нормализација вредности израчунатих параметара енергетске трилеме за анализиране државе, а резултати су дати у оквиру табеле 9.

Нормализација вредности параметара енергетске трилеме			
Параметар	**Србија**	**Бугарска**	**Данска**
$EN = \frac{E}{E+P+En} \times 100$	37	35	33
$PN = \frac{P}{E+P+En} \times 100$	32	35	33
$E_nN = \frac{En}{E+P+En} \times 100$	31	30	34

Табела 9: Нормализоване вредности параметара енергетске трилеме за анализиране државе

За израчунавање вредности newодефинисаног енергетског индикатора, Индекса праведности енергетске транзиције (JETI) узећемо као референтну тачку, ону која је у делу 4.2. ове дисертације дефинисана као тачка „крутог идеала“, а чије су координате ENI, PNI и EnNI редом 33,33,34 и која представља сам физички центар тернарног дијаграма. Коришћењем формула (16), (17), (18) и (19)

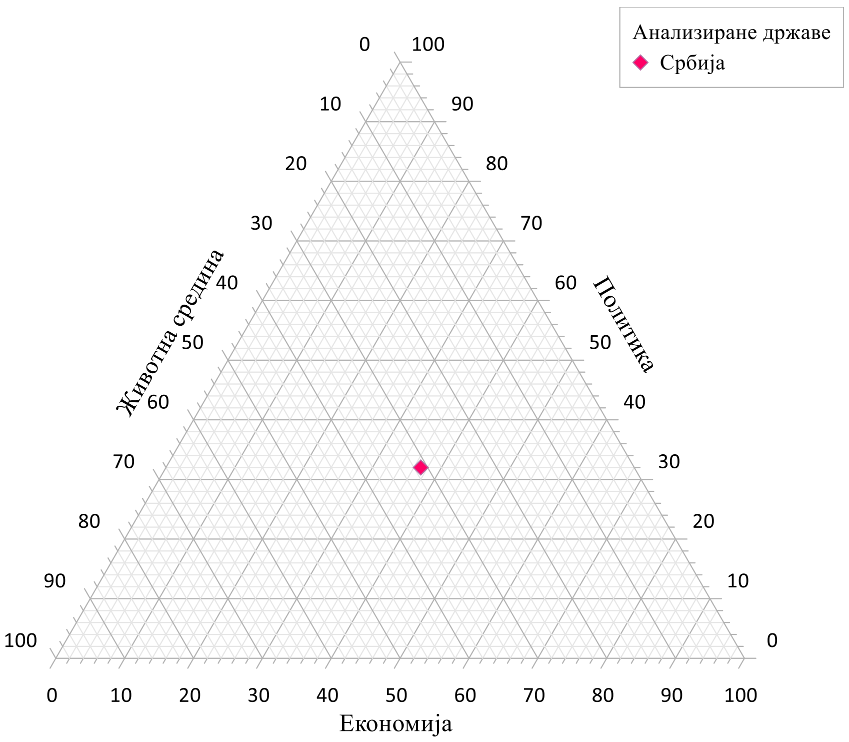
израчунавају се појединачни елементи и сам композитни индикатор JETI, а резултати су дати у оквиру табеле 10.

Израчунавање појединачних компоненти и укупне вредности индекса JETI			
Параметар	**Србија**	**Бугарска**	**Данска**
$JE = 100 - \frac{\lvert ENI - EN \rvert}{ENI} \times 100$ – Показатељ економске праведности	88	94	100
$JP = 100 - \frac{\lvert PNI - PN \rvert}{PNI} \times 100$ - Показатељ политичке праведности	97	94	100
$JE_n = 100 - \frac{\lvert EnNI - EnN \rvert}{EnNI} \times 100$ - Показатељ праведности заштите животне средине	91	88	100
$\mathbf{JETI = \frac{JE+JP+JEn}{3}}$ **- Индекс праведности енергетске транзиције**	**92**	**92**	**100**

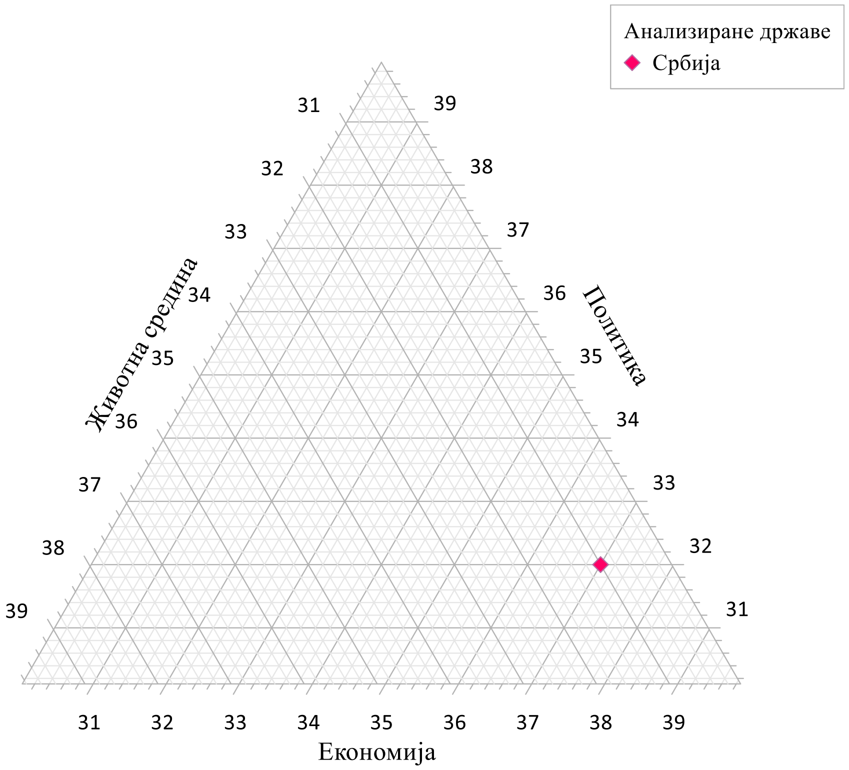
Табела 10: Вредности индекса JETI за анализиране државе

5.3. Графички приказ израчунатих вредности параметара енергетске правде за анализиране државе

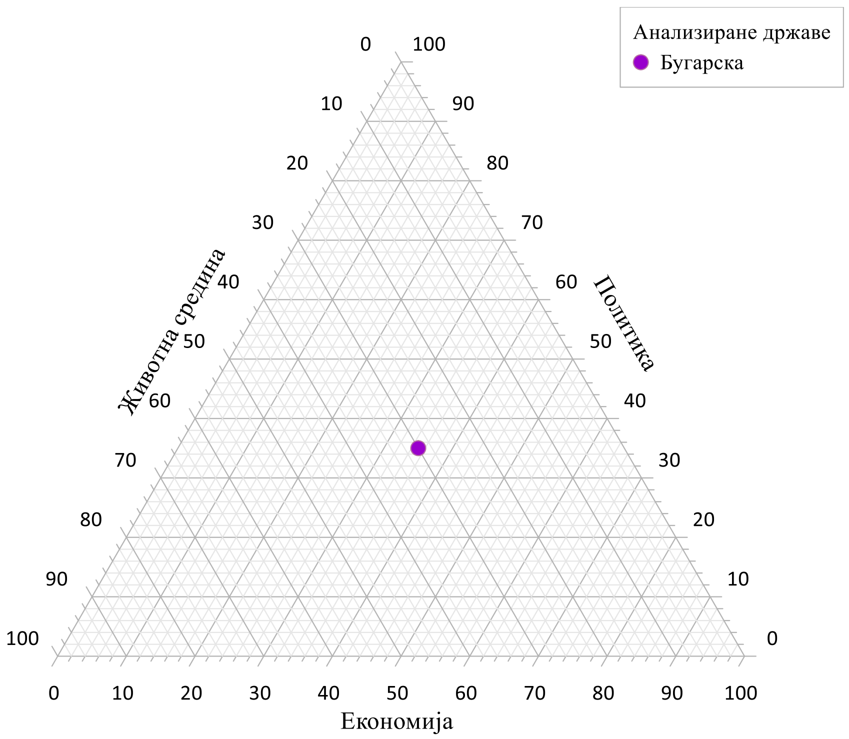
Коришћењем софтверског пакета *Grapher* извршен је графички приказ добијених резултата који су дати у табели 9. Визуелни приказ избалансираности енергетске трилеме за сваку од анализираних држава појединачно, као и збирни (упоредни) приказ све три анализиране државе дати су на графиконима који следе. Ради лакше прегледности и касније дескриптивне анализе дати су и издвојени сегменти тернарних дијаграма у околини тачака које представљају ниво избалансираности енергетске трилеме анализираних држава.



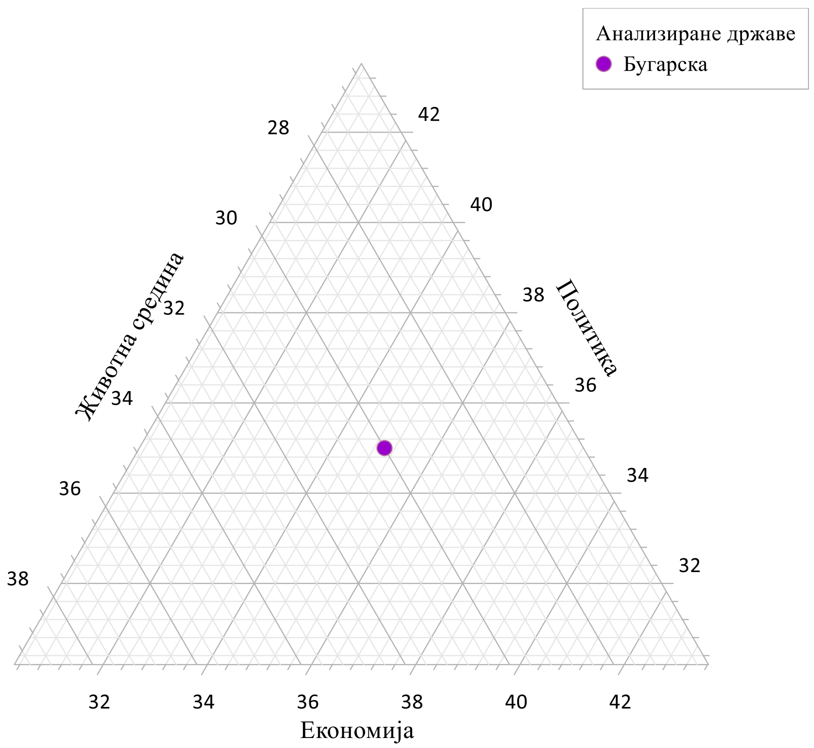
Графикон 1: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Србије



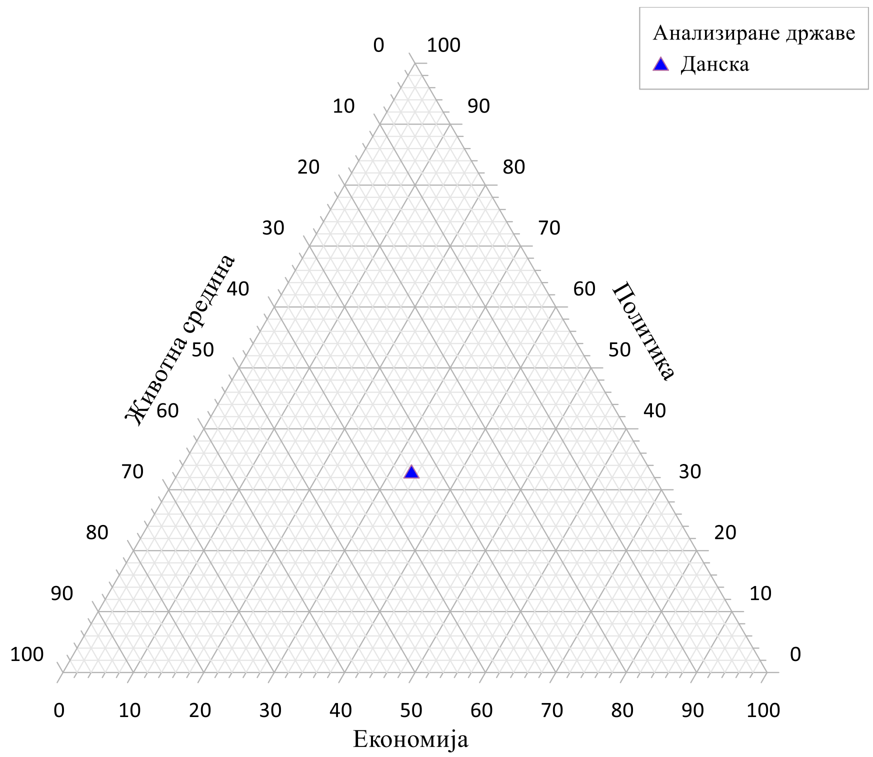
Графикон 2: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Србије (издвојен сегмент)



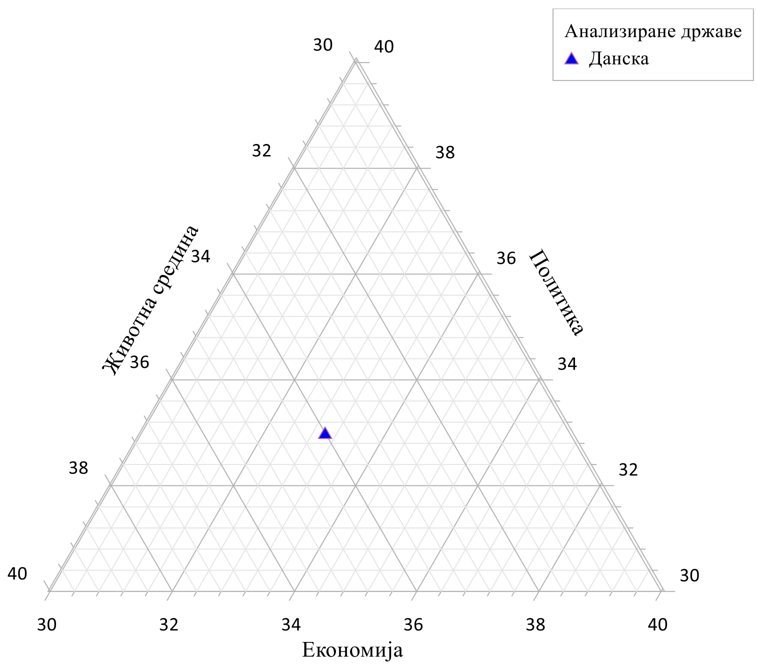
Графикон 3: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Бугарске



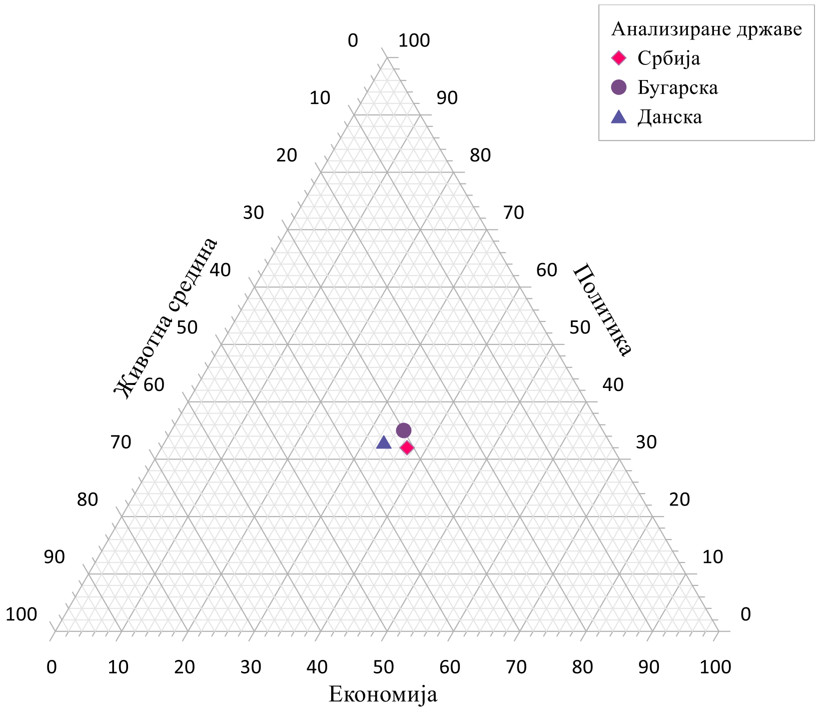
Графикон 4: Ниво избалансираности енергетске трилеме Републике Бугарске (издвојен сегмент)



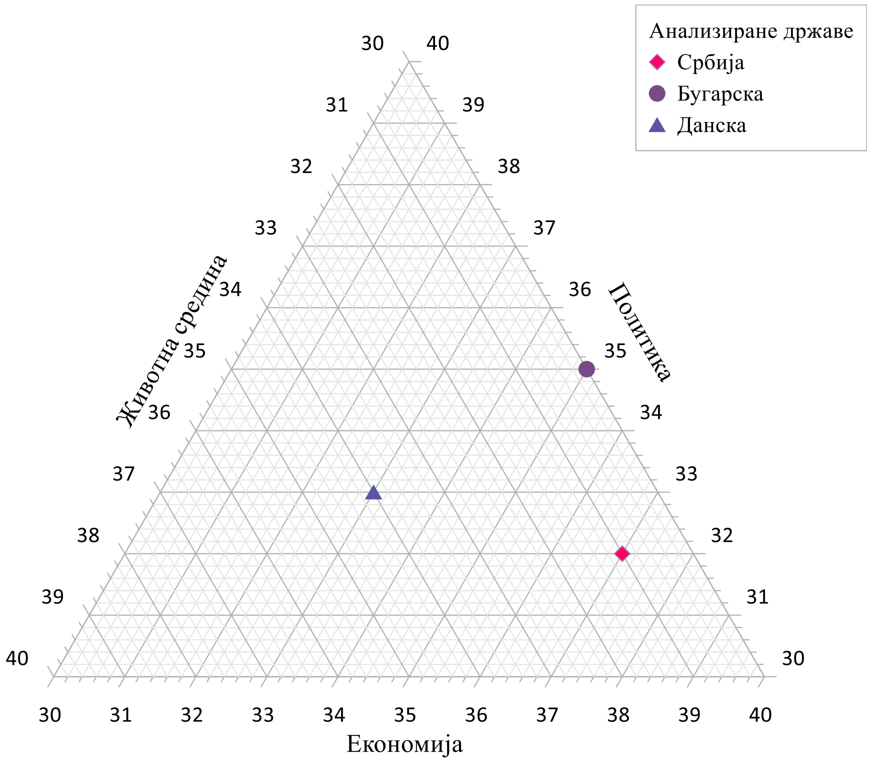
Графикон 5: Ниво избалансираности енергетске трилеме Краљевине Данске



Графикон 6: Ниво избалансираности енергетске трилеме Краљевине Данске (издвојен сегмент)



Графикон 7: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме за анализиране државе



Графикон 8: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме за анализиране државе (издвојен сегмент)

5.4. Дескриптивна анализа добијених резултата

Применом иновиране метрике за квантификацију енергетске правде реализован је нумерички експеримент. У оквиру одељака 5.2. и 5.3. дати су, табеларно и графички, резултати спроведеног нумеричког експеримента за три државе које су као погодне одабране за анализу.

Према овим резултатима Краљевина Данска има вредност Индекса праведности енергетске транзиције од 100, што указује да је енергетска трилема ове државе у потпуности избалансирана и да је стога и висок ниво праведности у процесу енергетске транзиције. Ово се види и на графиконима 5 и 6, имајући у виду да се тачка избалансираности енергетске трилеме за Данску налази тачно у центру тернарног дијаграма. Овакав резултат се могао и очекивати с обзиром на то да је Данска једна од водећих држава у свету по уделу обновљивих извора енергије у укупном енергетском миксу, као и у погледу заштите животне средине. Престоница ове државе, Копенхаген биће први карбон-неутрални главни град неке државе у свету, што ће према усвојеној стратегији бити реализовано до 2025. године [57]. Као последица високог удела обновљивих извора енергије у укупном енергетском миксу, високог нивоа енергетске ефикасности, као и великих енергетских акциза, цена енергије у Данској је веома висока и спада међу најскупље у свету, а на шта указује и релативно ниска вредност показатеља E_1. Са друге стране, имајући у виду ниво улагања и степен заштите животне средине, јасно је да наплаћене енергетске акцизе (екстерналије) бивају коришћене за санирање штете настале експлоатацијом и коришћењем енергије. На примеру Данске, уочљиво је и то да без јаких политичких институција и ниског нивоа корупције није могуће постићи избалансирану енергетску трилему и сходно томе ни енергетску транзицију која се спроводи водећи рачуна о енергетској правди.

Индекс праведности енергетске транзиције за Републику Бугарску има вредност 92 што указује да енергетска трилема није адекватно избалансирана. Цене енергије у овој држави су релативно ниске (поготово у поређењу са Данском) што указује на „куповину социјалног мира“ односно на мере избегавања енергетског сиромаштва за велики део грађана, а што је честа појава у државама бившег Источног блока. Због овакве ситуације, али и због доста ниског нивоа развијености политичких институција и високог нивоа корупције, у Бугарској се не спроводи адекватан систем заштите животне средине. Управо је најслабији елемент енергетске трилеме за ову државу заштита животне средине, дакле, у перспективи треба радити на унапређењу ове области како би се поправила укупна избалансираност и ниво енергетске правде у процесу енергетске транзиције Републике Бугарске. Ово се може закључити и анализом приказаних графикона на којима се тачка која приказује ниво избалансираности енергетске трилеме за Бугарску налази у сегменту тачно између политике и економије, а удаљена је од осе тернарног дијаграма на којем се приказује животна средина.

Побољшавањем вредности оних показатеља који се директно или индиректно тичу заштите животне средине, у перспективи се може повећати ниво избалансираности енергетске трилеме за Бугарску, а самим тим би се утицало на повећање нивоа праведности у процесу енергетске транзиције.

Република Србија има вредност Индекса праведности енергетске транзиције од 92, а што је иста вредност која је израчуната и за Бугарску. Сходно томе, може се рећи да енергетска трилема ове државе није адекватно избалансирана и да је степен праведности процеса енергетске транзиције релативно низак. Пракса „очувања социјалног мира" преко сектора енергетике веома је присутна и у Србији, па је сходно томе цена електричне енергије међу најнижима у Европи. Оваква ценовна политика у сектору енергетике иде на уштрб развоја постојећих енергетских компанија и то поготово у делу смањења загађења емитованог из главних енергетских постројења. У вези са том чињеницом, приметно је да Србија има врло висок ниво емисија гасова са ефектом стаклене баште и показатељ E_{n1} (одрживост животне средине) је најлошији, појединачно посматрано. Такође, показатељ снаге институција је доста низак што иде у прилог томе да се без јасне политичке снаге и ниског нивоа корупције не може спроводити адекватна енергетска политика у некој држави. Анализом графикона на којима су приказани појединачни и збирни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме за Србију уочљиво је да је главни проблем у процесу енергетске транзиције слабост политичких институција. Због овакве ситуације, евидентно је неадекватно спровођење енергетске политике у држави, што као укупни резултат има велики притисак који енергетски сектор врши на животну средину. Такође, уочљиво је и да елеменат који показује укупни удео економије у енергетској трилеми драстично одскаче (тачка избалансираности је ближе доњем десном углу тернарног дијаграма што се види на графиконима 8 и 2), што је, опет, одлика слабости политичких институција неспремних да спроведу тржишни принцип у енергетском сектору. Сходно свему наведеном, већи ниво праведности у процесу енергетске транзиције Република Србија може да оствари само уколико се ради на побољшавању оних показатеља који су директно или индиректно повезани са политичким институцијама.

6. ВАЛИДАЦИЈА И МОГУЋНОСТ ПРАКТИЧНЕ ПРИМЕНЕ ИНОВИРАНЕ МЕТРИКЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈУ ЕНЕРГЕТСКЕ ПРАВДЕ

6.1. Провера квалитета иновиране метрике за квантификацију енергетске правде

Индекс праведности енергетске транзиције конструисан је као композитни индикатор агрегацијом појединачних показатеља израчунатим уз помоћ иновиране метрике за квантификацију енергетске правде. У оквиру *OECD* методологије [52], која је у дисертацији коришћена као потврђени методолошки оквир приликом развоја индекса JETI, наводи се како је важан корак у валидацији новоформираних композитних индикатора њихово квалитативно (или/и квантитативно) поређење са већ постојећим и потврђеним индикаторима који указују на исте или сличне феномене. Имајући то у виду вршиће се поређење индекса JETI са два постојећа енергетска индикатора, *World Energy Trilemma Index* и *Energy Transition Index,* који показују стање енергетске трилеме, односно, ток енергетске транзиције неке државе.

World Energy Trilemma Index је један од првих развијених алата за подршку одлучивању о енергетској политици којим је уважен нови интегрисани оквир у дизајнирању одрживих енергетских система који испуњавају међусобно повезане изазове енергетске безбедности, енергетске једнакости, и приступачности и еколошке одрживости [4]. Ово значи да је у оквиру методологије за *World Energy Trilemma Index* енергетска трилема дефинисана на другачији начин него у иновираној метрици за квантификацију енергетске правде, због чега ове две методологије указују на различите аспекте енергетике, иако су базиране на сличним основама.

Energy Transition Index је композитни индикатор који је креирао Светски економски форум, а који у себи обједињује 40 варијабли које покривају најважније аспекте у различитим димензијама (друштвеним и технолошким), како би се моделовале перформансе енергетског система и спремност за енергетску транзицију [25]. У оквиру *Energy Transition Index*, перформансе енергетског система се одређују на успостављеној енергетској трилеми која уважава три различите, а међусобно супростављене димензије енергетике и то: сигурност и доступност енергије, економски развој и раст, те еколошка одрживост. И у овом случају се уз помоћ овако дефинисаног енергетског индикатора показује на различит аспект енергетике у односу на ону коју анализира иновирана метрика енергетске правде.

Три анализирана композитна индикатора имају области преклапања, и у суштини се не могу драстично разликовати, уколико их посматрамо из перспективе исте државе. Из тог разлога, поређење ће се вршити како у односу на израчунате вредности посматраних индикатора, тако и у односу на тумачење

тих вредности. Квалитативна анализа је посебно важна, имајући у виду да је сваки композитни индикатор креиран да указује на одређене специфичне феномене.

У оквиру табеле 11 дате су актуелне вредности за наведена два енергетска индикатора за сваку од три анализиране европске државе.

Параметар	**Србија**	**Бугарска**	**Данска**
World Energy Trilemma Index [4]	Србија је рангирана као 60. држава у свету са оценом BBCc	Бугарска је рангирана као 27. држава у свету са оценом ABBb	Данска је рангирана као 3. држава у свету са оценом AAAa
Energy Transition Index [57]	Србија је рангирана као 100. држава у свету са оценом спремности за енергетску транзицију од 44,3%	Бугарска је рангирана као 61. држава у свету са оценом спремности за енергетску транзицију 54,2%	Данска је рангирана као 4. држава у свету са оценом спремности за енергетску транзицију 72,2%

Табела 11: Рангирање анализираних држава у односу на *World Energy Trilemma Index* и *Energy Transition Index*

У односу на Бугарску, Србија има лошију ситуацију у погледу енергетске сигурности која је саставни део енергетске трилеме, те је, превасходно због тога, лошије рангирана у односу на показатељ *World Energy Trilemma Index*. Разлози су бројни, а неки од важнијих су то што Бугарска у свом енергетском миксу има и нуклеарну енергију. Такође је већи и степен диверзификације у снабдевању земним гасом. Са друге стране, Данска је по свим елементима енергетске трилеме међу најбоље рангираним државама у свету.

Што се тиче показатеља *Energy Transition Index*, Србија је лошије рангирана од Бугарске због слабе оцене спремности енергетског система за транзицију. Неки од разлога за такву ситуацију су политичке природе, имајући у виду то да Бугарска као чланица ЕУ има стриктне обавезе које из тог чланства произилазе, а тичу се ОИЕ и енергетске ефикасности. Примера ради, из података у табели 8 видљиво је да Бугарска има значајно више запослених у сектору ОИЕ, што показује да је ово тржиште много боље развијено него у Србији. И у односу на овај показатељ Данска је рангирана у самом врху држава у свету.

На основу квалитативног и квантитативног поређења вредности параметара добијених иновираном метриком за квантификацију енергетске правде са вредностима *World Energy Trilemma Index* и *Energy Transition Index* за три анализиране државе, могу се извући следећи закључци:

1. Извршеном квалитативном анализом уочено је да за Данску постоји готово стопроцентно поклапање резултата композитног индикатора JETI као и израчунатих елемената енергетске трилеме са вредностима контролних индикатора.

2. Квалитативном упоредном анализом *World Energy Trilemma Index*, *Energy Transition Index* и индекса JETI уочено је да сва три композитна индикатора указују на сличне слабости енергетских система Србије и Бугарске. До одређених одступања долази услед различито конципиране енергетске трилеме код JETI и *World Energy Trilemma Index*, док је природа *Energy Transition Index* другачија услед другачије агрегације улазних параметара у односу на JETI индекс.

Ови закључци указују на то да иновирана метрика за квантификацију енергетске правде даје излазне резултате који су у складу са већ постојећим индикаторима, уз проширење аналитићког поља са феноменом енергетске правде.

Различите димензије квалитета за новоформиране композитне индикаторе дате су у оквиру *OECD* методологије [52]. Квалитетно конструисани композитни индикатори треба да, у што већој мери, задовоље сваку наведену димензију квалитета. Анализа JETI индекса и иновиране метрике за квантификацију енергетске правде на бази које је овај композитни индикатор конструисан дата је у табели 12.

Анализа различитих димензија квалитета композитног индикатора JETI	
Релевантност	Релевантност је обезбеђена кроз оне фазе развоја иновиране метрике за које је то дефинисано у оквиру коришћене *OECD* методологије: • При конципирању теоријског оквира на бази којег је конструисана иновирана метрика за квантификацију енергетске правде коришћени су радови објављени у врхунским научним часописима. При томе су сви феномени који

	су од интереса детаљно објашњени и доведени у међусобну корелацију (читав теоријски оквир је детаљно разрађен у оквиру области III ове дисертације). • Из тако постављеног теоријског оквира произашао је одабир и начин груписања сета улазних параметара на бази којих се употребом релевантних математичких метода врши моделовање енергетске трилеме за анализиране државе. Недостајући подаци се интерполирају на бази других доступних података о анализираним државама, а релевантност је обезбеђена кроз линерализацију улазних параметара чиме су различите улазне величине сведене на вредности од 1 до 10. • Приликом агрегације појединачних параметара у композитни индикатор JETI коришћен је модел тернарног дијаграма за кога је у оквиру дела 3.1. ове дисертације показано да је методолошки релевантно. Такође, усвојене су исте вредности пондера за све елементе енергетске трилеме што је такође методолошки релевантно и објашњено у оквиру дела 4.1. ове дисертације. • Индекс JETI је конструисан

	од три компоненте JE, JP, JEn које редом указују на утицај економије, политике и заштите животне средине на енергетску трилему анализираних држава. На ове три компоненте се JETI може разложити и на тај начин гледати појединачне доприносе појединих елемената, чак их и поредити са другим државама приликом вршења сложенијих анализа. • Развијени композитни индикатор је дефинисан на основу међународно прихваћене методологије и као такав се може упаривати са другим индикаторима и користити у већ постојећим економским моделима. На тај начин се нпр. може рачунати цена енергетске правде у енергетском систему анализиране државе. • Коришћењем софтверских пакета за генерисање тернарних дијаграма омогућена је визуелизација енергетске трилеме и развијеног композитног индикатора. • На овај начин постављен модел даје излазне резултате који на адекватан начин приказују степен енергетске правде и то на начин који је разумљив доносиоцима одлука за које је иновирана метрика за квантификацију

	енергетске правде као алат и креирана.
Тачност (прецизност)	Тачност је обезбеђена кроз оне фазе развоја иновиране метрике за које је то дефинисано у оквиру коришћене *OECD* методологије: • Улазни параметри на бази којих се моделује енергетска трилема за анализиране државе су бирани из сета општеприхваћених статистичких показатеља које су обрадиле релевантне међународне институције или национална тела задужена за статистику (објашњено у делу 3.2.4. ове дисертације). • Недостајући подаци се додају методом интерполације, а задовољавајућа тачност се постиже тиме што су сви улазни параметри скалирани на вредности од 1 до 10, а уметнути параметри се одређују на бази широке анализе енергетског система анализиране државе. Сам поступак линеаризације улазних параметара и интерполације недостајућих података објашњен је у делу 3.2.5. ове дисертације. • Прелиминарна анализа улазних параметара урађена је квалитативном анализом одабраних показатеља. Усвојена је апроксимација да не постоји значајна корелација између улазних параметара, а што се може

	сматрати задовољавајуће тачним имајући у виду начин на који је извршена линеаризација улазних података чиме су се различите димензије показатеља свеле на релативне вредности које показују трендове. • Нормализација улазних параметара се врши на начин описан у делу 3.2.5. ове дисертације. Такав начин нормализације улазних параметара и њихово свођење на процентне уделе је потребан због саме природе тернарних дијаграма који показује релативни однос три компоненте. • Процес пондерације појединачних улазних параметара и њихова каснија агрегација у јединствен композитни индикатор описани су у деловима 3.2.5. и 4.3. ове дисертације. Тачност је обезбеђена одабиром улазних параметара чије вредности гарантују међународне институције. Овакви показатељи су доступни за највећи број држава на свету и сви су обрађени на исти начин коришћењем по конвенцији прихваћених статистичких метода. • Имајући у виду да је извршена линеаризација улазних параметара помоћу

	линеарне скале са вредностима од 1 до 10, обезбеђена је робусност модела. Са друге стране, осетљивост на промене улазних параметара је доста смањена што је прихватљив компромис имајући у виду да се иновираном метриком за квантификацију енергетске правде прате врло инертни процеси.
Кредибилност	Кредибилност је обезбеђена кроз оне фазе развоја иновиране метрике за које је то дефинисано у оквиру коришћене *OECD* методологије: • Кредибилност је, као и релевантност, важна приликом дефинисања теоријског оквира на бази којег се врши развој композитног индикатора. Из тог разлога су усвојени већ развијени теоријски оквири којима су дефинисани концепти енергетске трилеме и енергетске правде. Читав теоријски оквир је детаљно разрађен у оквиру области III ове дисертације. • Кредибилност улазних параметара је обезбеђена кроз начин на који су одабрани и селектовани, а што је објашњено у делу 3.2.4. ове дисертације. Кључно за обезбеђивање кредибилности је то што су сви коришћени улазни параметри добијени од стране релевантних

	институција. • Недостајући улазни подаци се надомешћују итерполацијом. Кредибилност овог процеса се обезбеђује тиме што се скалирана вредност параметра који се интерполира добија на бази квалитативне анализе сродних, а доступних параметара. Примера ради, ако недостаје неки улазни параметар којим се моделује заштита животне средине, до квалитетних и кредибилних закључака се може доћи анализом енергетског микса анализиране државе, па онда на основу тога одредити интерполирану вредност, а што је објашњено у делу 3.2.4. ове дисертације. • У делу 3.2.5. ове дисертације објашњено је на који начин се врши прикупљање и обрада улазних параметара. Такође, објашњена је и извршена апроксимација по којој се тежински сви улазни параметри посматрају на исти начин. Читав математички модел на основу којег је извршена агрегација улазних параметара и креирање композитног индикатора дат је формулама од (1) до (19). Кредибилност математичког модела црпи се из доследног праћења већ постојећег модела чије се иновирање извршило

	отклањањем уочених слабости и недостатака. • Враћање на основне чиниоце композитног индикатора омогућено је до нивоа разлагања на елементе који чине енергетску трилему. Сва три параметра су описана у делу 4.3. ове дисертације и могу се користити независно у анализама у којима се сагледавају појединачни утицаји политике, економије и заштите животне средине на праведност процеса енергетске транзиције анализираних држава. • Развијени композитни индикатор је дефинисан на основу међународно прихваћене методологије и као такав се може упаривати са другим индикаторима и користити у већ постојећим економским моделима. На овај начин је обезбеђена кредибилност јер се упаривање врши са показатељима конструисаним на бази истог методолошког оквира уз потребу да они који врше упаривања разумеју природу феномена на које поједини показатељи указују. • Излазни резултати анализа вршених уз помоћ иновиране метрике за квантификацију енергетске правде добијају се у форми погодној за ширење и презентацију свим заинтересованим групама

	(доносиоцима одлука у сфери енергетске политике, академска јавност и сл.).
Правовременост	Критеријум правовремености је обезбеђен кроз оне фазе развоја иновиране метрике за које је то дефинисано у оквиру коришћене *OECD* методологије: • Ова димензија квалитета је задовољена кроз такав принцип да су за улазне податке бирани они показатељи које дефинишу и мере релевантне међународне и националне институције. Ови улазни параметри се мере и публикују најчешће на годишњем нивоу или неком другом временском периоду зависно од тога о којим се показатељима ради. • Недостајући улазни подаци се надомешћују принципом интерполације тако што се скалирана вредност добија анализом постојећих параметара (који задовољавају критеријум правовремености) који указују на сличне феномене као недостајући параметар, а што је описано у делу 3.2.5. ове дисертације.
Приступачност	Ова димензија квалитета композитног индикатора задовољена је кроз доследно праћење OECD методологије при развоју. На тај начин је постигнуто да се излазни резултати добијају у форми погодној за ширење и

	презентацију свим заинтересованим групама (доносиоцима одлука у сфери енергетске политике, академска јавност и сл.).
Интерпретабилност	Интерпретабилност (објашњивост) је обезбеђена кроз оне фазе развоја иновиране метрике за које је то дефинисано у оквиру коришћене *OECD* методологије: • У развоју теоријског оквира вођено је рачуна да сваки елемент буде објашњив на начин да га разумеју оне заинтересоване групе којима је иновирана метрика за квантификацију енергетске правде намењена. Ово је постигнуто коришћењем релевантне литературе у којима су поједини елементи (нпр. енергетска трилема и сл.) подробно објашњени на адекватан начин. • Приликом развоја иновиране метрике усвојена је апроксимација да не постоји значајна међузависност између улазних параметара. Објашњење је дато у оквиру дела 3.2.4. ове дисертације. Кључно оправдање за овакву одлуку је чињеница да се у моделима користе линеаризоване вредности чиме се анализа своди на праћење трендова за сваки од улазних параметара. • Нормализација улазних параметара је диктирана начином на који се генеришу

	тернарни дијаграми који су одабрани као погодан математички апарат за моделовање енергетске трилеме, а што је објашњено у делу 3.1. ове дисертације. • Начин на који се врши пондерација и агрегација улазних параметара објашњени су у деловима 3.2.5. и 4.3. ове дисертације. Усвојени су једнаки пондери тј. сви улазни параметри се третирају на једнак начин. Развијени математички модел на бази којег се врши агрегација улазних параметара дати су у формулама од (1) до (19). У оквиру формула коришћен је релевантан математички апарат. • Враћање на основне чиниоце композитног индикатора омогућено је до нивоа разлагања на елементе који чине енергетску трилему. На овај начин је обезбеђено разумљивије објашњење посматраног феномена степена праведности у процесу енергетске транзиције. • Робусност развијеног модела је обезбеђена усвајањем вредности трендова улазних параметара за релевантне улазне податке (скалирање улазних вредности). На тај начин је смањена осетљивост на промене улазних

	параметара што је прихватљив компромис имајући у виду да се иновираном метриком за квантификацију енергетске правде прате врло инертни процеси. • JETI је развијен доследним праћењем усвојеног међународног стандарда за креирање нових композитних индикатора. Тиме је обезбеђена могућност упаривања са другим индикаторима у оквиру постојећих економских модела или пак креирање нових композитних индикатора уз коришћење индекса JETI. • Визуелизација излазних резултата обезбеђена је коришћењем софтвера за генерисање тернарних дијаграма. На овај начин је значајно олакшана употреба иновиране метрике. • Иновирана метрика за квантификацију енергетске правде иницијално је креирана као алат намењен доносиоцима одлука у сектору енергетске политике. При томе се посебно водило рачуна да се излазни резултати добијају у разумљивом и општеприхваћеном формату, као и да графички приказ буде разумљив циљаним групама. На овај начин је

	обезбеђено једноставно ширење добијених резултата.
Кохерентност	Кохерентност је обезбеђена кроз склапање сета улазних података у логичке целине помоћу којих се врши моделовање елемената енергетске трилеме. У том смислу, посебно се водило рачуна да се не врши „дуплирање“ улазних параметара, као и о томе да се избегава употреба параметара са високим степеном међусобне корелације. Кохерентност података током времена и између држава обезбеђена је употребом улазних података које дефинишу и мере релевантне институције.

Табела 12: Димензије квалитета композитног индикатора JETI

На бази поређења иновиране метрике за квантификацију енергетске правде са другим постојећим метрикама које се баве сличним феноменима може се рећи да је квалитет излазних резултата задовољавајући. Односно, излазни резултати су у очекиваном опсегу, а закључци који се могу извући из тих резултата су у складу са познатим стањем енергетике у анализираним државама. Ово је показано кроз дескриптивну анализу спроведену у оквиру дела 5.4. ове дисертације. При томе, мора се имати на уму да је основни циљ развоја иновиране метрике за квантификацију енергетске правде креирање употребљивог алата за доносиоце одлука у сфери енергетске политике, а којим се омогућава да се у плановима за енергетску транзицију уважи и инкорпорира концепт праведности. У том смислу добијени резултати и спроведена дескриптивна анализа показују да је креиран оквир који обезбеђује да се изврши квантификација енергетске правде у анализираним државама без обзира на стање њиховог енергетског система, политичког уређења и развијености институција. На овај начин пробијена је граница досадашњих истраживања јер је омогућено да се равноправно анализирају и државе у развоју, те да се добијени резултати пореде са развијеним државама које имају боље уређен енергетски систем. Овако се ствара основа да се на бази искустава развијених земаља конципира квалитетан концепт енергетске транзиције за државе у развоју који ће омогућити прелазак на нискоугљеничну енергетику без стварања нових неправди или продубљивања већ постојећих.

Спроведена квалитативна анализа различитих димензија квалитета метрике на бази које је конструисан композитни индикатор JETI показује да су приликом развоја модела уважене све препоруке дате у оквиру *OECD* методологије [52]. Овом анализом је показано да је иновирана метрика развијена у складу са усвојеним нормама на бази којих се конструишу индикатори који указују на различите феномене из сфере економије, екологије, енергетике и других области. Овакав приступ обезбеђује могућност да се развијени индекс равноправно користи у већ постојећим економским и техничким моделима помоћу којих се врше детаљне анализе енергетског система неке државе. Тиме се примера ради може израчунавати цена енергетске правде, а што је разлика у цени коштања спровођења енергетске транзиције са или без уважавања потребе за праведним коначним исходима.

6.2. Могућност практичне примене иновиране метрике за квантификацију енергетске правде

Развијена иновирана метрика за квантификацију енергетске правде представља подесан и користан алат за доносице одлука у сфери енергетске политике. Веома је значајно што се на бази ове метрике може, уз помоћ тернарних дијаграма, извршити визуелни приказ тренутог стања енергетске правде за анализиране државе. На тај начин се омогућује детекција оних елемената енергетске трилеме на које треба деловати како би се извршило побољшање у укупној избалансираности.

Развијена метрика може бити корисна за вршење сценаријских анализа енергетске транзиције посматраних држава и то на начин да се вредности параметара метрике одређују у складу са поставком сценарија за који се анализа врши. У циљу приказа могућности практичне примене иновиране метрике за квантификацију енергетске правде, у оквиру дисертације биће извршена сценаријска анализа енергетске транзиције до 2050. године за Републику Србију.

Приликом развоја Метрике енергетске правде аутори су имали у виду потребу апликативности са постојећим економским моделима који се уобичајено користе при анализи трошкова рада и развоја енергетских система. Из тог разлога је постављен циљ да МЕП треба да се директно укључи у моделе економиста и испоручи концепт који има вредност која се може израчунати и обрачунати на такав начин да јавност лакше разуме последице његове примене. Индекс праведности енергетске транзиције је конструисан из метрике која представља унапређење МЕП. На овај начин је задржана апликативност са постојећим економским моделима и JETI се може користити како би се у анализама и плановима исказала цена потребна за остварење одређеног нивоа праведности енергетске транзиције.

Наведена апликативност индикатора JETI уз повећану универзалност коју доноси иновирана метрика, а која је развијена у оквиру ове дисертације омогућава широку практичну примену. На овај начин се помаже даљи развој и популаризација концепта енергетске правде, како у научном тако и у практичном смислу.

6.3. Пример практичне примене иновиране метрике за квантификацију енергетске правде – сценаријска анализа енергетске транзиције за Републику Србију

Сценаријска анализа се може посматрати као мост између размишљања о будућности и стратегијске акције. Ова метода размишљања је својствена читавој цивилизацији јер би без креирања сценарија људска егзистенција била доведена у питање. У раду [58] наведене су неке од главних карактеристика сценарија:

- Представљају алтернативне слике уместо екстраполације трендова из садашњости;
- Прихватају и квалитативне перспективе и квантитативне податке;
- Допуштају евалуацију великих одступања;
- Захтевају од доносиоца одлука преиспитивање њихових основних претпоставки;
- Стварају организацију која учи и поседује заједнички речник и учинковите темеље за комуницирање комплексних, понекад и парадоксалних стања/опција.

Важно је навести да ова врста анализе не представља предвиђање будућности, већ служи доносиоцима одлука као помоћни алат. У књизи [59] дата су објашњења о разликама између сценарија, предвиђања и визије, што је приказано у табели 13.

Сценарио	**Предвиђање**	**Визија**
Могуће, уверљиве будућности	Вероватне будућности	Жељена будућност
Заснован на неизвесности	Засновано на извесностима	Заснована на вредностима
Указује на ризике	Занемарује ризик	Занемарује ризик

Квалитативни или квантитативни метод	Квантитативни метод	Обично квалитативна
Неопходан за усмеравање одлучивања	Неопходно за одлучивање	Мотивишућа
Ретко се користи	Свакодневно се користи	Релативно често се користи
Фокусиран на средњи и дуги рок, и средње до велике неизвесности	Фокусирано на кратки рок и низак степен неизвесности	Функционише као окидач за добровољне промене

Табела 13: Разлике између сценарија, предвиђања и визије

У табели 14 на бази објашњења датих у оквиру књиге [59] приказан је упоредни преглед разлика у традиционалном приступу планирања и употреби сценаријских анализа приликом планирања.

Карактеристика	**Традиционално планирање**	**Приступ сценарио планирања**
Перспектива	Парцијална	Свеобухватна
Варијабле	Квантитативне, познате, објективне	Квалитативне, понекад и квантитативне, субјективне, познате или претпостављене
Односи	Статични, стабилне структуре	Динамични, променљиве структуре
Објашњење	Прошлост појашњава садашњост	Будућност је разлог постојања садашњости
Слика будућности	Проста и извесна	Сложена и неизвесна
Метод	Детерминистички и квантитативни модели (економски, математички)	Анализа намера, квалитативни и стохастички модели (анализа међу-утицаја

		и системска анализа)
Став према будућности	Пасиван и адаптиван	Активан и креативан

Табела 14: Преглед разлика у приступу традиционалном планирању и сценарио планирања

У оквиру рада [60] дат је преглед различитих техника за израду сценарија. За потребе овог истраживања одабрана је техника елаборације фиксних сценарија као најпогоднија. У оквиру ове технике, сценарији се бирају унапред, тј. задата је логика сценарија кроз неколико реченица које га описују у најкраћим цртама. Главна предност ове технике је у томе да се они који спроводе анализу не требају трудити да размишљају о несигурностима, јер је њихов главни задатак артикулација импликације задатих алтернативних будућности.

6.3.1. Поставка сценаријске анализе енергетске транзиције Републике Србије до 2050. године

За израду сценаријске анализе биће израђена *SRI* матрица са три задата сценарија и то:

- Референтни сеценарио представља наставак тренда досадашњег вођења енергетске политике у Републици Србији. Служи да се одреди доња граница могућег кретања енергетске транзиције (песимистички поглед) у периоду до 2050. године.

- Сценарио декарбонизације представља сценарио у којем се предвиђа висок стандард у спровођењу мера политике које би довеле до значајног снижавања емисија CO_2 кроз увођење пореза у свим делатностима. Оваква политика омогућује значајнији уплив обновљивих извора енергије и драстичније повећање мера рационалног коришћења енергије. Овај сценарио служи да се одреди горња граница могућег кретања енергетске транзиције (оптимистички поглед) у периоду до 2050. године.

- Сценарио одрживости представља развој енергетског система у оквиру политика које су усклађене са постојећим политикама ЕУ у области енергетике и животне средине. По сценарију уводи се систем EU ETS (систем тржишта емисијама CO_2) од 2030. године. Ово се може посматрати као реално очекивани сценарио спровођења енергетске транзиције до 2050. године.

У табели 15 је дат преглед улазних претпоставки (*SRI* матрица) за сваки од појединачних сценарија.

Улазне претпоставке	**Референтни сценарио**	**Сценарио декарбонизације**	**Сценарио одрживости**
Потенцијал ОИЕ	2 GW ветропаркова 2 GW солар	3 GW ветропаркова 3 GW солар	2 GW ветропаркова 2 GW солар
Степен енергетске ефикасности	Без побољшања објеката и увођења напредних технологија.	Висок ниво реконструкција објеката и увођење напредних технологија.	Побољшања објеката и умерено увођење напредних технологија.
EU ETS систем	Без увођења тржишта емисијама CO_2.	Увођење система EU ETS (од 2030. године) уз додатне таксе за декарбонизацију.	Увођење система EU ETS од 2030. године.
Систем такси за декарбонизацију	Без такси.	Висок порез на CO_2 да би се приморало на смањење CO_2 (100 евра 2030. године и 200 евра 2050. године што је одређено регулативама ЕУ).	Без такси.
Диверзификација енергетских извора	Без озбиљне диверзификације и смањења увозне зависности.	Да (зависност од увоза постављена на 30%).	Без озбиљне диверзификације и смањења увозне зависности.
Пројекција тренда БДП-а	У складу са актуелним трендом.	У складу са актуелним трендом.	У складу са актуелним трендом.
Пројекција кретања броја становника	Тренд опадања (6 милиона до 2050. године)	Тренд опадања (6 милиона до 2050. године)	Тренд опадања (6 милиона до 2050. године)

Табела 15: *SRI* матрица за сценаријску анализу

6.3.2. Реализација сценаријске анализе енергетске транзиције Републике Србије до 2050. године помоћу иновиране метрике за квантификацију енергетске правде

На бази улазних претпоставки за сценаријску анализу и уз помоћ иновиране метрике за квантификацију енергетске правде формирана су три сценарија за Републику Србију који су приказани у табели 16.

Параметар (скалирано)	**Референтни сценарио**	**Сценарио декарбонизације**	**Сценарио одрживости**
e_{11} – цена електричне енергије за домаћинства	**6** - Наставља се политика нетржишних цена електричне енергије и „куповина социјалног мира“.	**1** – Цена електричне енергије је висока због високих еколошких такси и потпуне тржишне оријентације.	**3** - Цена електричне енергије је тржишно одређена уз одређене мере субвенциони-сања.
e_{12} – цена електричне енергије за пословне кориснике	**5** – Наставља се политика индиректног субвенционисања привреде преко нижих цена електричне енергије.	**1** – Цена електричне енергије је висока због високих еколошких такси и потпуне тржишне оријентације.	**3** - Цена електричне енергије је тржишно одређена уз одређене мере субвенциони-сања.
e_{13} – цена гаса	**4** – Наставља се политика индиректног субвенционисања грађана и привреде преко нижих цена земног гаса.	**1** – Цена земног гаса је висока због високих еколошких такси и потпуне тржишне оријентације.	**2** - Цена земног гаса је тржишно одређена.
e_{14} – субвенције у енергетском сектору	**1** – Наставља се политика нетранспарентног субвенционисања сектора	**9** – Низак ниво државних субвенција јер је сектор енергетике потпуно тржишно	**9** – Низак ниво државних субвенција јер је сектор енергетике

	енергетике како би се могла одржати „политика куповине социјалног мира“ нетржишним ценама енергије.	оријентисан.	потпуно тржишно оријентисан.
e_{15} – трошкови енергетских акциза (екстерналија)	**3** – Наставак политике високих акциза на енергенте уз неадекватно коришћење на тај начин прикупљених буџетских средстава,	**9** – Висок ниво акциза на енергенте и додатних такси на емисије штетних гасова у свим секторима. Циљана улагања прикупљених буџетских средстава у спровођење политике декарбонизације и заштите животне средине.	**8** - Висок ниво акциза на енергенте. Транспарентно и циљано улагање прикупљених буџетских средстава у побољшање мера заштите животне средине.
e_{16} – извоз енергије	**2** – Србија је мали извозник енергије и то само у сектору електричне енергије (махом за балансирање снаге).	**2** – Србија је мали извозник енергије и то само у сектору електричне енергије (махом за балансирање снаге).	**2** – Србија је мали извозник енергије и то само у сектору електричне енергије (махом за балансирање снаге).
e_{17} – увоз енергије	**4** – Србија незнатно повећава увозну зависност са садашњих 37,5%.	**6** – Србија смањује увозну зависност са садашњих 37,5% због већег удела ОИЕ у укупном енергетском	**5** – Србија незнатно смањује увозну зависност са садашњих 37,5% због већег удела ОИЕ у укупном

		миксу и великих уштеда због мера енергетске ефикасности.	енергетском миксу.
$E_1 = \sum_{i=1}^{7} e1i/7$ - Економска развијеност	4	4	5
e_{21} – слобода улагања	**6** – Србија задржава актуелни ранг.	**8** – Србија побољшава актуелни ранг због побољшаног политичког амбијента.	**8** – Србија побољшава актуелни ранг због побољшаног политичког амбијента.
e_{22} – приступачност кредита	**5** – Србија задржава актуелни ранг.	**7** – Србија побољшава актуелни ранг због побољшаног политичког амбијента.	**7** – Србија побољшава актуелни ранг због побољшаног политичког амбијента.
e_{23} – капацитети ОИЕ (трендови)	**4** - Србија нема значајније повећање нивоа удела ОИЕ у укупном енергетском миксу.	**6** - Србија значајно повећава ниво удела ОИЕ у укупном енергетском миксу (3 GW ветропаркова 3 GW солар) уз истовремено значајно смањење удела угља.	**5** - Србија повећава ниво удела ОИЕ у укупном енергетском миксу (2 GW ветропаркова 2 GW солар).
e_{24} – инвестиције у енергетску ефикасност (трендови)	**3** – Србија остаје енергетски неефикасна држава.	**7** – Србија драстично повећава улагања у унапређење енергетске ефикасности.	**6** – Србија повећава улагања у унапређење енергетске ефикасности.

$E_2 = \sum_{i=1}^{4} e2i/4$ - Инвестициона клима	5	7	7
e_{31} – логистичке перформансе	**6** – Србија ће побољшати ниво логистичких перформанси у односу на данашњи ниво.	**6** – Србија ће побољшати ниво логистичких перформанси у односу на данашњи ниво.	**6** – Србија ће побољшати ниво логистичких перформанси у односу на данашњи ниво.
e_{32} – транспортна инфраструктура	**5** - Повећање нивоа квалитета транспортне инфраструктуре у односу на актуелну ситуацију.	**5** - Повећање нивоа квалитета транспортне инфраструктуре у односу на актуелну ситуацију.	**5** - Повећање нивоа квалитета транспортне инфраструктуре у односу на актуелну ситуацију.
e_{33} – доступност технологија	**6** - Повећање нивоа доступности технологија.	**8** - Доступност технологија се драстично повећава пре свега кроз улагања у ОИЕ и повећање нивоа енергетске ефикасности.	**6** - Повећање нивоа доступности технологија.
e_{34} – иновативно пословно окружење	**5** - Побољшање карактеристика иновативног пословног окружења у односу на актуелни ниво.	**5** - Побољшање карактеристика иновативног пословног окружења у односу на актуелни ниво.	**5** - Побољшање карактеристика иновативног пословног окружења у односу на актуелни ниво.
$E_3 = \sum_{i=1}^{4} e3i/4$ - Инфраструктурна развијеност и иновативно пословно окружење	5	6	5

e_{41} – запослени у сектору ОИЕ и другим ниско-карбонским енергетским секторима (трендови)	**4** – Србија има тренд повећања броја запослених у сектору ОИЕ и другим ниско-карбонским енергетским секторима.	**8** – Србија има врло висок тренд повећања броја запослених у сектору ОИЕ и другим ниско-карбонским енергетским секторима.	**6** – Србија има значајан тренд повећања броја запослених у сектору ОИЕ и другим ниско-карбонским енергетским секторима.
e_{42} – квалитет образовања	**8** - Србија повећава ниво квалитета образовања у односу на актуелни ниво.	**8** - Србија повећава ниво квалитета образовања у односу на актуелни ниво.	**8** - Србија повећава ниво квалитета образовања у односу на актуелни ниво.
$E_4 = \sum_{i=1}^{2} e4i/2$ - Људски ресурси	6	8	7
$E = \sum_{i=1}^{4} Ei/4$ – Обједињени показатељ економије	**5**	**6**	**6**
p_{11} – степен електрификације	**10** – Србија има 100% извршену електрификацију.	**10** – Србија има 100% извршену електрификацију.	**10** – Србија има 100% извршену електрифика-цију.
p_{12} – употреба чврстих горива	**8** – Србија смањује ниво употребе чврстих горива у финалној употреби за домаћинства.	**10** – Србија потпуно избацује из употребе чврста горива у финалној употреби за домаћинства.	**9** – Србија драстично смањује употребу чврстих горива у финалној употреби за домаћинства.
p_{13} – нето увоз енергије	**5** – Србија је зависна од увоза енергије на актуелном нивоу.	**7** – Србија смањује ниво зависности од увоза енергије кроз повећање нивоа учешћа	**5** – Србија незнатно смањује зависност од увоза енергије.

		ОИЕ и степена енергетске ефикасности.	
p_{14} – разноликост укупне примарне потрошње енергије	**5** – Разноликост укупне примарне потрошње енергије остаје на актуелном нивоу.	**7** – Разноликост укупне примарне потрошње енергије је значајно повећан кроз увођење ОИЕ и савремених енергетских технологија.	**5** – Разноликост укупне примарне потрошње енергије остаје на актуелном нивоу.
p_{15} - диверзификација увоза енергије	**5** – Диверзификација увоза енергије остаје на оном нивоу на којем је данас.	**6** – Диверзификација увоза енергије се побољшава кроз мере увођења ОИЕ и савремених енергетских технологија са високим нивоом енергетске ефикасности.	**5** – Диверзификациј а увоза енергије остаје на оном нивоу на којем је данас.
p_{16} – квалитет снабдевања електричном енергијом	**8** - Србија има побољшан квалитет снабдевања електричном енергијом у односу на актуелни ниво.	**8** - Србија има побољшан квалитет снабдевања електричном енергијом у односу на актуелни ниво.	**8** - Србија има побољшан квалитет снабдевања електричном енергијом у односу на актуелни ниво.
$P_1 = \sum_{i=1}^{6} p1i/6$ - Енергетска сигурност	7	8	7

p_{21} – енергетска потрошња по становнику	**6** – Услед повећања нивоа привредне активности, а недовољног улагања у енергетску ефикасност повећава се ниво потрошње енергије по становнику.	**8** – Повећање потрошње енергије услед раста привредне активности се анулира драстичним побољшањем енергетске ефикасности, па тако пада и ниво потрошње енергије по становнику.	**7** – Повећање потрошње енергије услед раста привредне активности се компензује побољшањем енергетске ефикасности, па ниво потрошње по становнику остаје на актуелном нивоу.
p_{22} – удео енергије из ОИЕ у производњи електричне енергије	**7** – Расте ниво ОИЕ у производњи електричне енергије у односу на данашњих 22%, али ниже од ЕУ стандарда (дефинисано усвојеним дугорочним стратегијама).	**9** – Расте ниво ОИЕ у производњи електричне енергије у односу на данашњих 22% више од ЕУ стандарда.	**8** – Расте ниво ОИЕ у производњи електричне енергије у односу на данашњих 22% у складу са ЕУ стандардима.
p_{23} – удео електричне енергије из угља	**2** – Ниво употребе угља незнатно пада у односу на актуелни ниво.	**9** – Ниво употребе угља се спушта испод 10%.	**6** – Ниво употребе угља значајно пада у односу на актуелни ниво.
p_{24} – флексибилност електро-енергетског система (груба процена)	**7** - Побољшање нивоа флексибилности електро-енергетског система у односу на актуелни ниво услед увођења нових производних	**9** - Значајно побољшање флексибилности електро-енергетског система у односу на актуелни ниво услед увођења нових производних	**7** - Побољшање нивоа флексибилности електро-енергетског система у односу на актуелни ниво услед увођења нових

	капацитета и побољшања и дигитализације дистрибутивне мреже.	капацитета претежно у виду дистрибуираних извора енергије, стварање тзв. виртуелних електрана кроз мере повећања енергетске ефикасности и побољшања и дигитализације дистрибутивне мреже.	производних капацитета и побољшања и дигитализације дистрибутивне мреже.
p_{25} – удео глобалних резерви фосилних горива	**3** - Смањен ниво удела глобалних резерви фосилних горива услед експлоатације угља.	**4** - Смањен ниво удела глобалних резерви фосилних горива услед експлоатације угља, али задржане веће резерве у односу на референтни сценарио због значајнијег смањења употребе.	**3** - Смањен ниво удела глобалних резерви фосилних горива услед експлоатације угља.
$P_2 = \sum_{i=1}^{5} p2i/5$ - Структура енергетског система	5	8	6
p_{31} – посвећеност национално утврђеним доприносима (*NDC commitment*)	**3** – Србија побољшава досадашњи лош однос према национално и међународно преузетим обавезама у погледу доприноса	**8** – Србија је у потпуности посвећена испуњењу највиших стандарда у погледу доприноса смањењу климатских	**5** – Србија значајно побољшава досадашњи лош однос према национално и међународно преузетим обавезама у погледу

	смањењу климатских промена.	промена.	доприноса смањењу климатских промена тежећи да достигне стандарде ЕУ.
p_{32} – политичка стабилност	**6** - Србија повећава ниво политичке стабилности и снаге институција.	**8** - Србија значајно повећава ниво политичке стабилности и снаге институција тежећи највишим стандардима.	**7** - Србија значајно повећава ниво политичке стабилности и снаге институција тежећи стандардима ЕУ.
p_{33} – регулатива области енергетске ефикасности	**8** - Побољшање нивоа регулатива области енергетске ефикасности у односу на актуелни ниво, пре свега у сфери доследне примене легислативе.	**9** - Значајно побољшање нивоа регулатива области енергетске ефикасности у односу на актуелни ниво, пре свега у сфери доследне примене легислативе. Стварање нових институционалних оквира (позитивни енергетски дистрикти, енергетске заједнице грађана и сл.)	**8** - Побољшање нивоа регулатива области енергетске ефикасности у односу на актуелни ниво, пре свега у сфери доследне примене легислативе.
p_{34} – регулатива области ОИЕ	**8** - Побољшање нивоа регулатива области енергетске ефикасности у односу на актуелни ниво,	**9** - Значајно побољшање нивоа регулатива области енергетске ефикасности у односу на	**8** - Побољшање нивоа регулатива области енергетске ефикасности у односу на

	пре свега у сфери доследне примене легислативе.	актуелни ниво, пре свега у сфери доследне примене легислативе. Стварање нових институционалних оквира (позитивни енергетски дистрикти, енергетске заједнице грађана и сл.)	актуелни ниво, пре свега у сфери доследне примене легислативе.
p_{35} - прописи који регулишу приступ енергији	**9** - Задржан ниво квалитета прописа који регулишу приступ енергији.	**10** - Унапређен ниво квалитета прописа који регулишу приступ енергији.	**9** - Задржан ниво квалитета прописа који регулишу приступ енергији.
$P_3 = \sum_{i=1}^{5} p3i/5$ - Прописи и политичка стабилност	7	9	7
p_{41} – ниво корупције	**7** - Побољшан ранг Србије у погледу нивоа корупције.	**8** - Значајно побољшан ранг Србије у погледу нивоа корупције.	**7** - Побољшан ранг Србије у погледу нивоа корупције.
p_{42} – владавина права	**6** - Побољшан ниво владавине права у односу на актуелну ситуацију.	**6** - Побољшан ниво владавине права у односу на актуелну ситуацију.	**6** - Побољшан ниво владавине права у односу на актуелну ситуацију.
p_{43} – кредитни рејтинг	**6** - Побољшан кредитни рејтинг у односу на актуелну ситуацију.	**8** - Значајно побољшан кредитни рејтинг у односу на актуелну ситуацију, а у складу са највишим	**7** - Побољшан кредитни рејтинг у односу на актуелну ситуацију, а у складу са нормама ЕУ.

		нормама дефинисаним за подстицај декарбонизацији.	
$P_4 = \sum_{i=1}^{3} p4i/3$ - Снага институција	6	7	7
$P = \sum_{i=1}^{4} Pi/4$ – Обједињени показатељ политике	**6**	**8**	**7**
en_{11} - ниво PM2.5	**4** - Долази до смањења нивоа емисија PM2.5 услед замене старих постројења новијим чија је ефикасност већа и услед повећања удела ОИЕ и земног гаса у укупном енергетском миксу.	**9** - Долази до драстичног смањења нивоа емисија PM2.5 услед смањења употребе угља на ниво испод 10%, као и услед повећања енергетске ефикасности и удела ОИЕ у укупном енергетском миксу.	**7** - Долази до значајног смањења нивоа емисија PM2.5 услед замене старих постројења новијим чија је ефикасност већа, услед смањења употребе угља у складу са трендовима ЕУ и тржишта EU ETS, као и услед повећања удела ОИЕ и земног гаса у укупном енергетском миксу.
en_{12} - енергетски интензитет	**5** - Долази до смањења енергетског интензитета услед модернизације индустријског сектора и	**5** - Долази до смањења енергетског интензитета услед модернизације индустријског сектора и повећања нивоа	**5** - Долази до смањења енергетског интензитета услед модернизације индустријског сектора и

	повећања нивоа привредне активности.	привредне активности.	повећања нивоа привредне активности.
en13 - CO_2 по глави становника	**4** - Долази до смањења емисија CO_2 по глави становника услед замене старих постројења новијим чија је ефикасност већа и услед повећања удела ОИЕ и земног гаса у укупном енергетском миксу. Такође, увођење рестриктивних мера на тржишту ЕУ (успостављање механизма границе угљеника) нужно ће довести до смањења емисија у појединим привредним гранама (нпр. производња цемента).	**9** - Долази до драстичног смањења нивоа CO_2 по глави становника услед смањења употребе угља на ниво испод 10%, као и услед повећања енергетске ефикасности и удела ОИЕ у укупном енергетском миксу.	**7** - Долази до значајног смањења нивоа CO_2 по глави становника услед замене старих постројења новијим чија је ефикасност већа, услед смањења употребе угља у складу са трендовима ЕУ и тржишта EU ETS, као и услед повећања удела ОИЕ и земног гаса у укупном енергетском миксу.
en14 - интензитет CO_2	**3** - Долази до смањења интензитета CO_2 услед модернизације индустријског сектора и повећања нивоа привредне	**7** - Долази до драстичног смањења интензитета CO_2 услед модернизације индустријског сектора и повећања нивоа привредне	**5** - Долази до значајног смањења интензитета CO_2 услед модернизације индустријског сектора и повећања нивоа привредне

	активности.	активности, као и због великог укупног смањења емисија CO_2 који је последица рестриктивних мера у погледу употребе фосилних горива (нарочито угља) и високих такси на емисије.	активности, као и због укупног смањења емисија CO_2 који је последица пре свега увођења EU ETS.
$E_{n1} = \sum_{i=1}^{4} en1i/4$ - Одрживост животне средине	4	8	6
E_{n2} – Еколошке перформансе	8 Србија задржава вредност *Environmental Performance Index (EPI)* на актуелном нивоу, јер нису спроведене значајније мере у правцу побољшања.	10 Србија значајно повећава вредност *Environmental Performance Index (EPI)*, услед спровођења драстичних мера у процесу декарбонизације.	9 Србија повећава вредност *Environmental Performance Index (EPI)*, услед спровођења мера у процесу декарбонизације које су у складу са ЕУ стандардима (али мање у односу на сценарио декарбонизације имајући у виду улазне претпоставке за сваки од сценарија).
E_{n3} – Ниво одрживог развоја	9 Србија задржава вредност *SDG*	10 Србија значајно повећава вредност	10 Србија повећава вредност *SDG*

	Index од 75,2 на актуелном нивоу јер нису спроведене значајније мере у правцу побољшања.	*SDG Index* услед спровођења драстичних мера у процесу декарбонизације.	*Index* услед спровођења мера у процесу смањења емисија.
$E_n = \sum_{i=1}^{4} Eni/3$ – Обједињени показатељ заштите животне средине	**7**	**9**	**8**

Табела 16: Параметри енергетске трилеме Републике Србије у три одабрана сценарија

На бази формула (13), (14) и (15), извршена је нормализација вредности израчунатих параметара енергетске трилеме Републике Србије за три одабрана сценарија, а резултати су дати у оквиру табеле 17.

Нормализовани параметар	**Референтни сценарио**	**Сценарио декарбонизације**	**Сценарио одрживости**
$\mathrm{EN} = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{E+P+En}} \times 100$	28	26	29
$\mathrm{PN} = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{E+P+En}} \times 100$	33	35	33
$\mathrm{E_nN} = \frac{\mathrm{En}}{\mathrm{E+P+En}} \times 100$	39	39	38

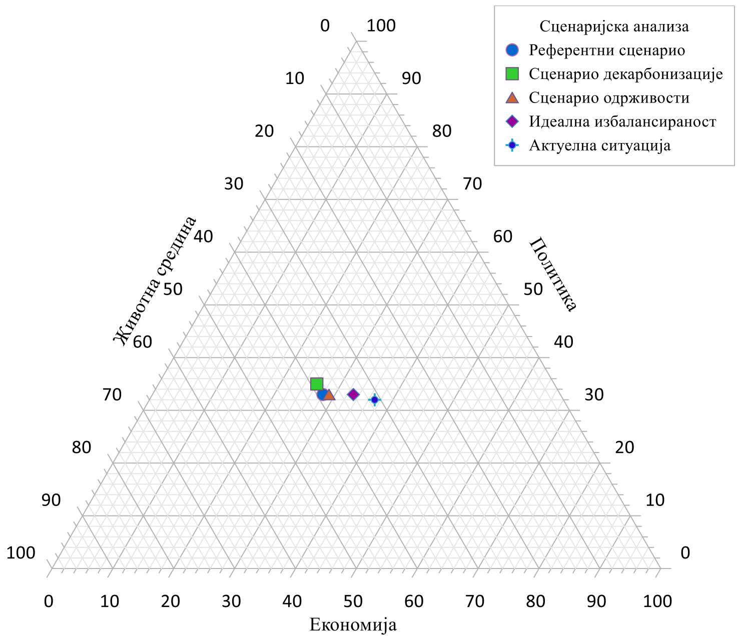
Табела 17: Нормализоване вредности параметара енергетске трилеме Републике Србије у три одабрана сценарија

За израчунавање вредности Индекса праведности енергетске транзиције (JETI) узећемо као референтну тачку ону која је у делу 4.2. ове дисертације дефинисана као тачка „крутог идеала“, а чије су координате ENI, PNI и EnNI редом 33,33,34 и која представља сам физички центар тернарног дијаграма. Коришћењем формула (16), (17), (18) и (19) израчунавају се појединачни елементи и сам композитни индикатор JETI, а резултати су дати у оквиру табеле 18.

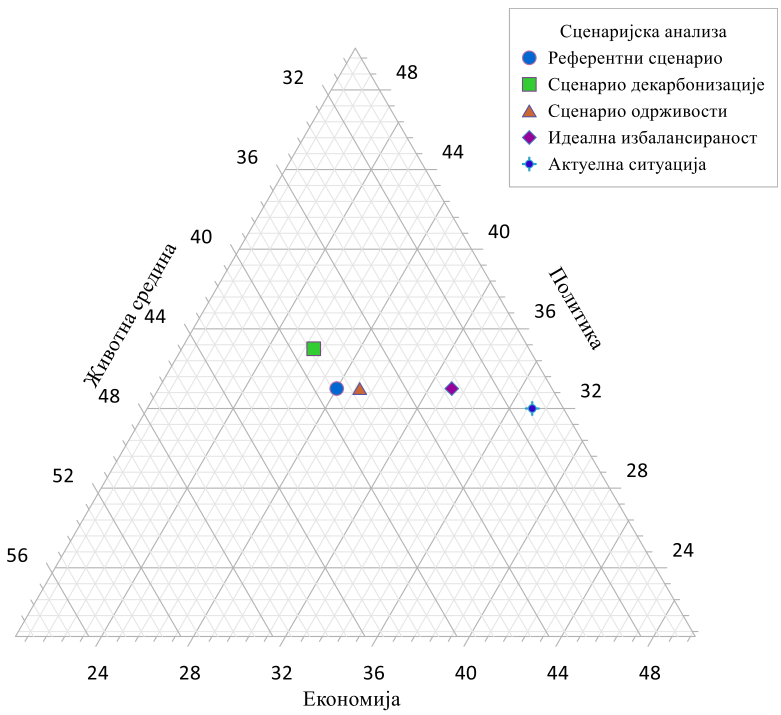
Параметар	**Референтни сценарио**	**Сценарио декарбонизације**	**Сценарио одрживости**
JE= 100 - $\frac{\lvert ENI - EN \rvert}{ENI}$×100 – Показатељ економске праведности	85	79	88
JP= 100 - $\frac{\lvert PNI - PN \rvert}{PNI}$× 100 - Показатељ политичке праведности	100	94	100
JE_n= 100 - $\frac{\lvert EnNI - EnN \rvert}{EnNI}$× 100 - Показатељ праведности заштите животне средине	85	85	88
$JETI = \frac{JE+JP+JEn}{3}$ - Индекс праведности енергетске транзиције	**90**	**86**	**92**

Табела 18: Вредности индекса JETI за Републику Србију за три одабрана сценарија

Спроведена сценаријска анализа за Републику Србију применом иноване метрике за квантификацију енергетске правде визуелно је приказана на графиконима 9 и 10.



Графикон 9: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме Републике Србије за три одабрана сценарија



Графикон 10: Упоредни приказ нивоа избалансираности енергетске трилеме Републике Србије за три одабрана сценарија (издвојен сегмент)

Оно што је уочљиво у спроведеној сценаријској анализи је то да радикалнији приступ смањењу емисија штетних гасова кроз увођење ОИЕ и савремених енергетских технологија не доводи до повећања енергетске правде. Напротив, смањује се избалансираност енергетске трилеме пре свега као последица значајнијег повећања цене енергената. Из тог разлога се има да у сценарију декарбонизације тачка избалансираности значајно одступа од постављене вредности идеала и то у област високих еколошких перформанси, али и ниских економских. Оваква позиција говори о томе да је ефекат улагања у енергетску транзицију довео до значајног пораста цене енергије чиме се отварају додатне неправде јер се повећава енергетско сиромаштво становништва. Такође, са графикона се може уочити да вредност сегмента политике у оквиру енергетске трилеме за овај сценарио има врло високу вредност. Ово је последица неопходности доношења и спровођења врло рестриктивних закона и ограничења како би се спровеле радикалније мере у правцу ниско угљеничне енергетике и економије.

Спроведена сценаријска анализа показује да задржавање актуелног тренда енергетске политике, а што је приказано кроз референтни сценарио, у коначном доводи до смањења нивоа енергетске правде, јер се протоком времена постојеће неправде продубљују. На примеру Републике Србије, то би конкретно значило да је задржавањем значајног удела угља у укупном енергетском миксу и даље евидентно локално повећано загађење и девастирање земљишта услед ширења

копова. До одређеног побољшања еколошких перформанси долази због повећања инсталисаних капацитета ОИЕ у односу на актуелно стање чиме се укупни енергетски микс побољшава, с тим да повећање количине чистих енергетских извора иде на покривање проширења потражње за електричном енергијом. До смањења економских перформанси долази због тога што се задржава нетржишни принцип цена енергије уз истовремено повећање улагања у ОИЕ чиме се повећавају издаци за субвенције енергетског сектора као и издаци за санирање еколошких проблема које изазива сектор енергије.

Сценарио одрживости показује да се може добити значајно побољшање еколошких перформанси неке државе, а да при томе не дође до повећања енергетске правде, што је у случају држава у развоју последица тога што привредни раст не прати адекватно скок цена енергије и улагања у заштиту животне средине. Тачка избалансираности енергетске трилеме за овај сценарио налази се у зони високих еколошких перформанси, али без израженог дисбаланса у сегменту политике. Оваква ситуација се има јер се анализирају мере које су мање рестриктивне и ригорозне у односу на сценарио декарбонизације. Поље економије је ближе идеалу, уколико се посматра у односу на референтни сценарио јер постоји ефекат позитивног утицаја енергетске транзиције на повећање броја радних места и укупног прихода у сектору енергије. Укупно гледано, сценарио одрживости се показује као најподеснији у погледу праведности енергетске транзиције што се види и из вредности индекса JETI који је за овај сценарио највећи, док се у сценарију декарбонизације нотира најнеповољнија ситуација па је и вредност овог индикатора најнижа.

У досадашњој литератури анализа нивоа енергетске правде за државе у развоју вршила се методама које нису имале могућност квантификације нити адекватног графичког приказа стања. Досадашња истраживања су се ослањала махом на социо-економске и социо-техничке анализе које дају квалитетне закључке, али излазни резултати су махом дескриптивни и као такви се тешко могу ширити и употребљавати за друга истраживања. За потребе провере квалитета излазних резултата иновиране метрике за квантификацију енергетске правде биће искоришћени закључци добијени из свеобухватних истраживања спроведених у оквиру радова ЕУ програма, *European Union's Horizon 2020*. Резултати спроведене социо-техничке анализе у пројекту *Innovation pathways, strategies and policies for the LowCarbon Transition in Europe (INNOPATHS)* дати су у оквиру рада [17], а неки од најважнијих закључака истраживања су:

- Уочено је 120 различитих потенцијалних неправди у процесу планиране енергетске транзиције ка нискоугљеничној енергетици. Ово показује да оваква врста прелаза не гарантује праведне исходе, већ је неопходно у планирању уважити и концепт енергетске правде.

- У спроведеним анкетама као главни потенцијални проблеми означени су повећање енергетског сиромаштва посебно за угрожене групе, као и губици радних места и насукана имовина у постојећим системима за производњу и потрошњу конвенцијалних фосилних горива. Треба рећи да је истраживање спроведено у Немачкој, Француској, Великој Британији и Норвешкој, те да се добијени резултати односе на високо развијене државе. Што се тиче земаља у развоју уочени потенцијални проблеми могу бити само још израженији.

- Уочено је како дигитализација енергетских система и формирање тзв. паметних енергетских мрежа могу да доведу до значајног повећања енергетског сиромаштва услед повећања цене енергије, као и да створе проблеме у функционисању застарелих уређаја који нису технички способни да буду део паметне мреже чиме се стварају додатни трошкови становништва које се приморава да врше њихову замену новим. За државе у развоју овај проблем је још израженији јер становништво има нижи животни стандард па су самим тим и уређаји који се користе у домаћинствима у много већој мери технолошки застарели.

- Већа употреба ОИЕ кроз коришћење соларних панела у дистрибутивној електричној мрежи подразумева потребу значајних субвенција за становништво како би се створили економски предуслови за масовнији прелазак на овај вид комбиноване потрошње и производње електричне енергије. Такође, дигитализација електричне мреже је предуслов за овакав прелазак, а она са собом носи раније споменуте проблеме. На овај начин се ствара додатни економски притисак јер се једино кроз повећану цену електричне енергије могу сервисирати субвенције и кредити за инвестицију у дигитализацију мреже.

Истраживање је спроведено методологијом која је комбинација три приступа:

1. Обављено је 64 стручна интервјуа са мешавином испитаника из академске заједнице, цивилног друштва, индустрије и Влада анализираних држава. Истраживачки интервјуи су дигитално снимљени, углавном су трајали између 30 и 90 минута.

2. Да би се стручни интервјуи допунили подацима из шире јавности, урађено је пет фокус група које су тако изабране да се анкетира становништво ван територије главних градова анализираних држава.

3. Постављена су истраживачка питања и на јавно доступним интернет форумима (на три по свакој анализираној држави), а са циљем укључивања најшире јавности.

Овакав приступ истраживањима енергетске правде је доминантан у досадашњој практичној употреби овог концепта. Због тога је било потребно направити квалитативан искорак и омогућити да се врше такве анализе које ће давати излазне резултате погодније за даљу практичну употребу.

Из спроведене сценаријске анализе и упоређивања са резултатима већ постојећих истраживања спроведених на другачији методолошки начин, може се извести закључак да се иновирана метрика за квантификацију енергетске правде може користити као одговарајући алат за спровођење сценаријских анализа чији је циљ одабир адекватних решења која ће допринети спровођењу праведне енергетске транзиције. Ово упућује на то да се иновирана метрика може користити за самосталне анализе, али да је још погоднија упоредна употреба са социо-техничким истраживањима чиме се добија значајно шири аналитички оквир.

V ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Главни циљ ове дисертације био је развој иновиране метрике за квантификацију енергетске правде како би се обезбедио погодан алат за доносиоце одлука из сфере енергетске политике како би они могли да разумеју проблем, а затим и да инкорпорирају таква решења која ће обезбедити виши ниво праведности у процесу енергетске транзиције. При томе се посебно водило рачуна да развијена метрика може да буде коришћена и за анализе држава у развоју јер је уочено да досадашње доминантно коришћене методе нису универзалне и махом су усмерене на анализе развијених држава.

7. ПОТВРДА ПОЛАЗНИХ ХИПОТЕЗА И НАУЧНИ ДОПРИНОС ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

7.1. Потврда полазних хипотеза

У оквиру дисертације експериментално је показано да се уз помоћ развијене иновиране метрике за квантификацију енергетске правде може анализирати степен уравнотежености енергетске трилеме подједнако квалитетно за Краљевину Данску која спада у ранг најразвијенијих држава у свету, за Републику Бугарску која спада у ред пост-транзиционих држава и за Републику Србију која је европска држава у развоју. При томе је моделовање енергетске трилеме у оквиру иновиране метрике извршено коришћењем значајно већег броја улазних параметара неголи у Метрици енергетске правде, чиме је постигнуто то да се има много доследнија анализа јер је и модел приближнији реалном стању. Кроз процес валидације развијене метрике који је приказан у оквиру дела 6. ове дисертације показано је да се њеном применом добија задовољавајући квалитет излазних резултата као и закључака који се на бази њих могу извести у погледу стања енергетског система и могућности спровођења праведне енергетске транзиције. Укупно гледано, развојем иновиране метрике за квантификацију енергетске правде постигнуто је:

- Квалитетније моделовање енергетске трилеме анализираних држава кроз проширење броја улазних параметара.

- Универзалност у погледу примене имајући у виду да су коришћени улазни параметри доступни за највећи број држава у свету.

- Могућност међусобног поређења добијених резултата за различите државе чиме се омогућава да се лакше одаберу квалитетна решења приликом планирања енергетске транзиције користећи се добрим примерима из праксе.

- Једноставна и разумљива визуелизација излазних резултата која доприноси њиховом лакшем ширењу на различите циљне групе.

Индекс праведности енергетске транзиције конструисан је на бази иновиране метрике за квантификацију енергетске правде доследним праћењем признате *OECD* методологије за креирање композитних идикатора. У оквиру табеле 10 дате су израчунате вредности индекса JETI за сваку од анализираних држава. Поређењем ових вредности са вредностима два већ постојећа и међународно призната енергетска индикатора (World Energy Trilemma Index и Energy Transition Index) за сваку од анализираних држава, посредно се кроз дескриптивну анализу показала адекватност новоформираног индикатора, и указано је на то да се на адекватан начин посматрани феномен праведности предочава у процесу енергетске транзиције. Степен поклапања је највећи за Данску имајући у виду да је реч о високо развијеној земљи која има веома уређен сектор енергије, па се сходно томе и енергетска транзиција спроводи уважавајући све аспекте енергетске трилеме подједнако. Са друге стране, Србија и Бугарска имају слабије уређен енергетски сектор што израчунате вредности индекса JETI и показују. Такође, важно је имати у виду да новоформирани индекс указује на специфичан феномен правде у енергетској транзицији, па се не поклапа у потпуности са било којим другим постојећим енергетским индикатором већ доноси пробој и проширење аналитичарског поља.

У оквиру дела 6.3. дисертације, спроведена је сценаријска анализа у оквиру које је сагледавана енергетска транзиција Републике Србије до 2050. године коришћењем иновиране метрике за квантификацију енергетске правде. У оквиру сценаријске анализе постављени су критеријуми и полазне претпоставке, на такав начин да се обухвати широки спектар могућих догађаја који потенцијално могу да утичу на ток енергетске транзиције. Постављени полазни критеријуми за спровођење сценаријске анализе могу да обухватају и утицај кризних догађаја чиме би се анализирао и потенцијал оваквих догађаја да утичу на промене у сектору енергетике. Квалитет добијених резултата и изведених закључака након спроведене сценаријске анализе показују да се помоћу иновиране метрике за квантификацију енергетске правде могу вршити адекватне анализе енергетског система за посматране државе. Овиме је потврђена практична употребна вредност развијеног алата, а посебно је важна могућност употребе у оквиру већ постојећих и признатих модела у које спада и метода сценаријских анализа транзиције неког система. На овај начин добијени резултати и закључци уједно су послужили као додатни аргументи у поступку валидације развијеног модела иновиране метрике за квантификацију енергетске правде.

Спроведени нумерички експеримент и сценаријска анализа показују да се иновирана метрика за квантификацију енергетске правде може користити као

подесан алат за помоћ доносиоцима политичких одлука у сфери енергетске политике, као и члановима академске заједнице за даље разумевање развоја концепта енергетске правде. У том погледу је посебно значајна могућност визуелног приказа избалансираности енергетске трилеме за анализиране државе, јер се тиме помаже доносиоцима одлука да промптно и тачно уоче сегменте у којима би промене требало вршити како би се повећао ниво праведности у процесу енергетске транзиције. Једноставна визуелизација као и универзалност развијене иновиране метрике омогућавају лако међусобно поређење између различитих држава чиме се отварају могућности адекватног коришћења већ постојећих и доказаних решења. Такође, спровођење сценаријских анализа омогућава да се поставе маргине у пројекцијама кретања енергетског система у будућности, чиме се помаже квалитету процена и одлука које се на бази тога доносе.

7.2. Научни допринос докторске дисертације

Научни допринос ове дисертације можемо посматрати са неколико различитих аспеката. Пре свега је извршено сумирање прегледа доступне литературе која се бави питањима енергетске трилеме, енергетске правде и праведне енергетске транзиције. Треба рећи како је овде реч о релативно новом истраживачком пољу тако да је највећи број радова плод скорашњих истраживања која се спроводе махом у оквиру научних институција држава чланица ЕУ, Велике Британије и Сједињених Америчких Држава. Такође, ова дисертација је први свеобухватан рад на српском језику који се бави темом енергетске правде, тако да у том контексту доприноси и асистира истраживачима из Србије као и са подручја бивше СФРЈ јер им приближава једну нову област за даља истраживања и радове.

Након урађене детаљне анализе постојећих метрика које на директан или индиректан начин квантификују енергетску правду уочени су многи недостаци који ограничавају могућност њихове широке употребе. Главни уочени системски недостатак је то што не постоји универзалност методологије. Ово доводи до тога да добијени резултати за различите државе не могу на адекватан начин бити међусобно поређени. Такође, за бројне државе у свету постоји лимитираност у погледу доступности улазних параметара на бази којих се врше анализе. Ово је посебно велики проблем за неразвијене и државе у развоју код којих се статистика води много мање прецизно или се уопште и не води. Уочени недостаци су решени тако што је улазни сет података, на бази којих се врши моделовање енергетске трилеме за анализиране државе, дефинисан тако да су бирани параметри који су мерени или израчунавани од стране референтних међународних институција. Овакви параметри су опште прихваћени и доступни за највећи број држава у свету, а уједно имају и исту статистичку основу на бази којих су рачунати. Оваквим поступком је обезбеђено да уз помоћ иновиране метрике на потпуно исти начин буду третиране практично све државе у свету,

осим оних најмање развијених за које ни водеће светске институције не врше мерења и анализе. Спроведеним нумеричким експериментом је практично доказана универзалност иновираног модела метрике за квантификацију енергетске правде. Ово је важан научни (уједно и практични) допринос имајући у виду да је развијен алат који за потребе специфичних анализа енергетских система могу да користе доносиоци одлука у сфери енергетске политике, као и припадници академске заједнице у даљим истраживањима концепта енергетске правде и праведне енергетске транзиције.

На бази иновиране метрике за квантификацију енергетске правде креиран је и један потпуно нови енергетски индикатор, Индекс праведности енергетске транзиције (JETI). Овај композитни индикатор је креиран доследним праћењем међународно признате и широко употребљиване *OECD* методологије (што је показано у делу 6. ове дисертације). На овај начин је добијен енергетски индикатор који указује на степен праведности у процесу енергетске транзиције чиме се доносиоцима одлука у сфери енергетске политике омогућава да на један разумљив начин сагледају и овај врло важан аспект енергетике. Такође, како је то показано у делу 6.3. ове дисертације иновирана метрика може да се користи и у оквиру сценаријских анализа па се тако омогућава и израчунавање вредности индекса JETI за различите сценарије. На овај начин се могу сагледавати алтернативни модели приликом планирања дугорочних енергетских стратегија.

Врло важна погодност коју пружа иновирана метрика за квантификацију енергетске правде је и могућност визуелног приказа степена избалансираности енергетске трилеме анализираних држава уз помоћ тернарних дијаграма чиме је омогућена лакша и разумљивија презентација добијених излазних резултата као и једноставно међусобно поређење за различите државе. Имајући у виду универзалност иновиране метрике, на овај начин је омогућена упоредна анализа и међусобно поређење између најразвијенијих држава и држава у развоју. Овако се могу детектовати неуралгичне тачке енергетског система држава у развоју и потом користити већ опробане методе спроведене у енергетским транзицијама високо развијених земаља. Добар пример је упоредна анализа између Краљевине Данске и Републике Србије која је урађена у оквиру нумеричког експеримента спроведеног у оквиру дисертације. На графиконима 7 и 8 као и у делу 5.4. дата је основна анализа спроведеног експеримента из чега се већ може видети где су неуралгичне тачке енергетског система Републике Србије и на бази тога и искустава Краљевине Данске могу се конципирати правци могућих решења. Детаљнијим истраживањима, као и упоредним спровођењем сценаријских анализа могу се још прецизније утврдити где су тачно лоцирани проблеми и да се потом конципирају адекватна решења уз помоћ којих би се постигао већи степен избалансираности енергетске трилеме Републике Србије.

8. ЗАКЉУЧАК, ДОПРИНОСИ, ОГРАНИЧЕЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА

Енергетски систем представља кичму функционисања и развоја сваке државе. Из тог разлога је од егзистенцијалног значаја добро планирање и квалитетно вођење сваког елемента овог сложеног система. Актуелни глобални изазови који подразумевају потребу преласка на климатски неутралну привреду захтевају и одговарајућу енергетску транзицију. У том погледу постоји интензивна међународна активност која се одвија на глобалном нивоу.

Главни проблем који стоји пред доносиоцима одлука је тај што не постоји универзални кључ по којем се може направити модел енергетске транзиције. Иако се може рећи да матрица транзиције за сваку државу у свету мора у себи да садржи декарбонизацију, децентрализацију и дигитализацију енергетског сектора. Ипак, зависећи од мноштва фактора ова матрица не може свугде да буде спроведена на исти начин. Савремени приступ енергетској транзицији подразумева обавезну дигитализацију енергетике и то пре свега преносних и дистрибутивних електро-енергетских мрежа. Ово је неопходан услов јер се преко паметних мрежа може адекватно управљати децентрализованим системом са много дистрибуираних извора енергије, али и са потрошњом, чиме се максимализује ефикасност енергетског система. Међутим, за овакав систем је нужно извршити велика улагања што је за многе државе недостижно, поготово за оне у развоју, јер би таквим улагањима угрозили економију. Такође, и у погледу декарбонизације постоје проблеми за оне државе које се ослањају на експлоатацију угља, јер би брзим одустајањем од тог енергента угрозили енергетску безбедност, а улагања у брзи прелазак на друге изворе би их изложила енормним задуживањима која би неминовно утицала на цене енергије и укупно снижавање стандарда становништва. Истовремено, брзи преласци на карбон-неутралну енергетику оставили би огромну насукану имовину, као и насукана радна места. На примеру Републике Србије, нарочито сектора угља, могли би се видети и ти негативни ефекти брзог гашења термоелектрана, услед чега би се читаве заједнице које живе у насељима као што су Лазаревац, Обреновац и Костолац, нашле у егзистенцијалном проблему услед гашења радних места.

Сви поменути елементи су важни приликом планирања квалитетне енергетске транзиције. У том смислу, концепт праведне енергетске транзиције представља меру могућег компромиса уз помоћ којег ће се у разумним оквирима кретати ка постављеним глобалним циљевима за прелазак на климатски неутралну економију.

У оквиру дисертације дат је преглед постојеће литературе како би се указало на тенденцију коју аутори имају у правцу даљег развоја концепта енергетске трилеме и енергетске правде. Анализирани су и правци развоја различитих

методологија за квантификацију енергетске правде, а посебан нагласак је стављен на анализу Метрике енергетске правде. Уочено је да је методолошка логика на којој је базирана МЕП погодна за даљи развој и креирање нових алата за квантификацију енергетске правде. Из тог разлога је извршена анализа слабости поменуте метрике и као главни системски недостатак детектована је немогућност универзалне примене.

Предложено унапређење метрике за квантификацију енергетске правде подразумева да се елементи енергетске трилеме одређују на бази познатих и општеприхваћених показатеља. У том смислу је дат табеларни преглед свих улазних параметара, извори података као и начин скалирања вредности чиме се решава део уочених проблема и обезбеђује примена метрике за највећи број држава у свету. Систематизовањем математичких формула којима се израчунавају елементи енергетске трилеме, као дефинисањем два начина одређивања референтне тачке у односу на коју се одређује (мери) енергетска правда ("крути идеал" и "пливајући идеал") употпуњено је решење проблема универзалности методологије. У сет улазних параметара на бази којих се рачунају елементи енергетске трилеме, укључени су и показатељи спремности за енергетску транзицију, и тако је додатно унапређена метрика за квантификацију енергетске правде. Из овако конципиране метрике креиран је и математички дефинисан нови енергетски индикатор, Индекс праведности енергетске транзиције.

Спроведени нумерички експеримент емпиријски је потврдио очекивање у погледу стања енергетске правде и могућности за спровођење праведне енергетске транзиције за сваку од три анализиране државе. Такође, кроз процес валидације и провере квалитета развијене иновиране метрике, као и кроз практични пример примене, потврђено је да је развијен адекватан и користан алат за доносице одлука у сфери енергетске политике.

Кроз истраживање спроведено у оквиру ове дисертације потврђене су полазне хипотезе и достигнути су постављени циљеви. Најважније нове научне информације које је донело ово истраживање, односно научни доприноси који проистичу из ове дисертације су следећи:

1. Развијена иновирана метрика за квантификацију енергетске правде представља теоријски и практични допринос укупном заједничком напору у проналаску квалитетних решења за прелазак на климатски неутралну економију.

2. Унапређење постојећих метрика за анализу енергетске трилеме и енергетске правде, чиме је употпуњена иновирана метрика која се може примењивати и за државе у развоју са транзиционим економијама. На овај начин се помаже даљи продор концепта енергетске правде, како у научном тако и у практичном смислу.

3. Креиран је алат који показује релевантност у различитим применама чиме се омогућава да доносици одлука добију разумљиве информације о праведности процеса планиране енергетске транзиције, чиме се омогућава да се не праве додатне неправде и не продубљују већ постојеће.

Ово истраживање има и одређена ограничења. Пре свега, она се односе на могуће међусобне зависности између улазних параметара, а што је у оквиру дисертације апроксимацијом занемарено, односно, уведена је претпоставка да та међузависност иако постоји, не утиче драстично на излазне резултате. Такође, приликом агрегације композитног индикатора JETI усвојен је приступ да сви улазни параметри имају исти пондер, чиме се одређени показатељи могу преценити у укупном утицају, док се други могу потценити, чиме би се у одређеној мери могло утицати на тачност којом иновирана метрика моделује енергетску трилему анализиране државе.

У даљим истраживањима, пре свега је потребно отклонити споменута ограничења кроз спровођење анализе међусобних зависности улазних параметара, неком од постојећих статистичких метода. На бази те анализе би се одређени улазни параметри могли елиминисати или пондерисати коефицијентима мање тежине. Такође, имајући у виду да листа улазних параметара није затворена, кроз будућа истраживања би се та листа могла проширити, како би се добили што веродостојнији модели енергетске трилеме анализираних држава.

VI ЛИТЕРАТУРА

[1] Влада Републике Србије, Стратегија развоја енергетике Републике Србије до 2025. године са пројекцијом до 2030. године, "Службени гласник РС", бр. 101/2015

[2] Schuessler R. Energy Poverty Indicators: Conceptual Issues Part I: The Ten-Percent-Rule and Double Median/Mean Indicators. ZEW (Centre for European Economic Research); 2014

[3] Sovacoola BK, Furszyfer Del Rio D, Griffithsd S. Contextualizing the Covid-19 pandemic for a carbon-constrained world: Insights for sustainability transitions, energy justice, and research methodology. Energy Research & Social Science 2020; 68

[4] ***, IEA (2020), World Energy Outlook 2020, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

[5] Kuzemkoa C, Bradshawb M, Bridgec G, Goldthaud A, Jewellf J, Overlandi I, Scholtenj D, Van de Graafk T, Westphall K. Covid-19 and the politics of sustainable energy transitions. Energy Research & Social Science 2020; 68

[6] Hepburn C. O'Callaghan B, Stern N, Stiglitz J, Zenghelis D. Will Covid-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? Oxford Smith School of Enterprise and the Environment, Working Paper 20-02 (2020).

[7] Steffen B, Egli F, Pahle M, Schmidt TS. Navigating the Clean Energy Transition in the COVID-19 Crisis. Joule 2020; 1137–1141

[8] Heffron RJ, McCauley D, Zarazua de Rubensc G. Balancing the energy trilemma through the Energy Justice Metric. Applied Energy 2018; 229:1191–1201

[9] ***, World Energy Council, https://www.worldenergy.org/

[10] Heffron RJ, McCauley D. The concept of energy justice across the disciplines. Energy Policy 2017; 105:658–67

[11] Heffron RJ, McCauley D, Sovacool BK. Resolving society's energy trilemma through the energy justice metric. Energy Policy 2015; 87:168–76

[12] McCauley D, Heffron R, Stephan H, Jenkins K. Advancing Energy Justice: The Triumvirate of Tenets. International Energy Law Review 2013; 32:107-110

[13] Jenkinsa K, McCauleya D, Heffronb R, Stephanc H, Rehnera R. Energy justice: A conceptual review. Energy Research & Social Science 2016; 11: 174–182

[14] B.K. Sovacool, R.J. Heffron, D. McCauley, A. Goldthau. Energy decisions reframed as justice and ethical concerns. Nat. Energy 2016; 16024

[15] Pellegrini-Masinia G, Pirnib A, Maranc S. Energy justice revisited: A critical review on the philosophical and political origins of equality. Energy Research & Social Science 2020; 59

[16] Ћопић С. Појам и основни принципи ресторативне правде. Темида 2007; 25-35

[17] Sovacool B.K., Martiskainen, M., Hook, A. et al. Decarbonization and its discontents: a critical energy justice perspective on four low-carbon transitions. Climatic Change 2019; 155: 581–619

[18] Pablo García-García P, Carpintero Ó, Buendía L. Just energy transitions to low carbon economies: A review of the concept and its effects on labour and income. Energy Research &Social Science 2020; Volume 70

[19] Heffron RJ, McCauley D. What is the “Just Transition”? Geoforum 2018; 88: 74–77

[20] Pellegrini-Masini G, Pirni A, Maran S,Klöckner CA. Delivering a timely and Just Energy Transition: Which policy research priorities? Env Pol Gov. 2020;1–13

[21] Parović M, Kljajić M. Improvement of metric for quantification and assessment of the energy justice. Thermal Science 2021; OnLine-First Issue 00, Pages: 262-262

[22] ***, Weisstein E. Ternary Diagram. https://mathworld.wolfram.com/TernaryDiagram.html

[23] ***, Environmental Performance Index, https://epi.yale.edu/

[24] ***, SDG Index, https://www.sdgindex.org/

[25] Singh, H.V., et al. The energy transitions index: An analytic framework for understanding the evolving global energy system. Energy Strategy Reviews 2019; 26

[26] ***, Global Petrol Prices, https://www.globalpetrolprices.com/

[27] ***, Enerdata, https://www.enerdata.net/

[28] ***, International Gas Union, https://www.igu.org/

[29] ***, International Monetary Fund, https://www.imf.org/

[30] ***, International Energy Agency, https://www.iea.org/

[31] ***, World Trade Organization, https://www.wto.org/

[32] ***, The Heritage Foundation, https://www.heritage.org/

[33] ***, World Bank- Doing Business indicators, https://www.doingbusiness.org/

[34] ***, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/

[35] ***, Logistics Performance Index - World Bank Group, https://lpi.worldbank.org/

[36] ***, Global Competitiveness Report, https://www.weforum.org/

[37] ***, Global Economy, https://www.theglobaleconomy.com/

[38] ***, UN - Education Index, http://hdr.undp.org/

[39] ***, World Bank- World Development Indicators , https://datatopics.worldbank.org/

[40] Azzuni, A. Global Energy Security Index and Its Application on National Level. Energies 2020; 13

[41] ***, United Nations Conference on Trade and Development, https://unctad.org/

[42] ***, Statistical Review of World Energy, https://www.bp.com/

[43] ***, US Energy Information Administration, https://www.eia.gov/

[44] ***, United Nations Framework Convention on Climate Change, https://unfccc.int/

[45] ***, Climate Change Performance Index (CCPI), https://ccpi.org/

[46] ***, World Bank - Political stability index, https://info.worldbank.org/governance/wgi/

[47] ***, World Bank - Regulatory Indicators for Sustainable Energy, https://rise.esmap.org/

[48] ***, Transparency International - Corruption Perceptions Index, https://www.transparency.org/

[49] ***, World justice project, https://worldjusticeproject.org/

[50] ***, Moody's, S&P and Fitch, https://tradingeconomics.com/

[51] ***, IQAir's - The 2020 World Air Quality Report, https://www.iqair.com/

[52] ***, OECD - Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide, https://www.oecd.org/

[53] Dobrota M. Statistički pristup formiranju kompozitnih indikatora zasnovan na Ivanovićevom odstojanju. Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka 2015; doktorska disertacija

[54] Cucić D. Fiktivni eksperiment u fizici. Univerzitet u Beogradu 2001; magistarski rad

[55] ***, World Data Atlas, https://knoema.com/atlas/ranks

[56] ***, World Bank Data, https://data.worldbank.org/country

[57] ***, The Carbon Neutral Cities Alliance (CNCA), https://carbonneutralcities.org/

[57] ***, Energy Transition Index, https://www.weforum.org/

[58] Ratcliffe, J. Scenario planning: strategic interviews and conversations. Foresight 2002; 4; 19 – 30

[59] Lindgren M, Bandhold H. Scenario Planning: The link between future and strategy. Palgrave Macmillan 2003

[60] Kučko K. Analiza scenarija kao temeljni instrument oblikovanja budućnosti. Diplomski rad 2019; Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet

VII БИОГРАФИЈА

Мирослав Паровић је рођен 14. јула 1984. године у Зрењанину, од родитеља пољопривредника. Основну школу завршио је у месту Јаша Томић, а средњу електротехничку школу „Никола Тесла" у Зрењанину. На Факултету техничких наука у Новом Саду завршио је електротехнику као један од најбољих студената генерације (просек оцена 9,82) и стекао звање: дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства – мастер.

Радио је на бројним инжењерским пројектима и писао стручне и научне радове у области електроенергетике, обновљивих извора енергије и енергетске ефикасности. Као дете паора посебно се интересује за развој концепта одрживог села у 21. веку, сматрајући да Србија мора да производи здраву храну, чисту енергију и нове технологије.

Живи у Новом Саду. Ожењен је Снежаном и има ћерку Ленку и сина Немању.

Списак објављених радова:

М23 Међународни часопис

1. Parović M, Kljajić M. Improvement of metric for quantification and assessment of the energy justice. Thermal Science 2021; OnLine-First Issue 00, Pages: 262-262, https://doi.org/10.2298/TSCI210527262P

М33 Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Parović, M., Uticaj pandemije virusa COVID-19 na pravednost energetske tranzicije država u razvoju, Zbornik radova - XXXVI međunarodno savetovanje Energetika, 22-25. jun 2021, Zlatibor, Srbija, str. 438-445, ISBN 978-86-86199-03-4

М51 Рад у водећем часопису националног значаја

1. Мирослав М. Паровић, Земни гас као основа за ново европско удруживање, Култура полиса, год. XI (2014), бр. 25, стр. 47-62

Радови у научним часописима и другим публикацијама који нису категоризовани

1. Jovanović, B., Parović, M., Stanje i razvoj malih hidroelektrana u Srbiji. Publikacija instituta „Jefferson" Vašington D.C., SAD

2. Jovanović, B., Parović, M., Studija slučaja – mala hidroelektrana „Ribare". Publikacija instituta „Jefferson" Vašington D.C., SAD

3. Jovanović, B., Parović, M., Stanje i razvoj biomase u Srbiji, Publikacija instituta „Jefferson" Vašington D.C., SAD

VIII ПРИЛОЗИ

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент - докторска дисертација
1. Опис података

1.1 Врста студије

Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају

Студија спроведена у оквиру дисертације обухвата и нумерички експеримент којим се потврђује валидност развијеног иновираног модела за квантификацију енергетске правде. За спровођење експеримента је извршено прикупљање података за дефинисане улазне параметре уз помоћ којих се врши моделовање енергетске трилеме за анализиране државе.

1.2 Врсте података

а) квантитативни

б) квалитативни

1.3. Начин прикупљања података

а) анкете, упитници, тестови

б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи

в) генотипови: навести врсту ___________________________________

г) административни подаци: подаци признатих међународних институција које се баве анализама различитих државних и друштвених параметара (нпр. World Energy Council, International Energy Agency, World Bank Data и др.).

д) узорци ткива: навести врсту__________________________________

ђ) снимци, фотографије: навести врсту________________________________

е) текст, преглед доступне литературе, приручници, конвенције, законски и

подзаконски акти

ж) мапа, навести врсту ____

з) остало: описати ____

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

a) Excel фајл, датотека ___________________

b) SPSS фајл, датотека ___________________

c) PDF фајл, датотека ___________________

d) Текст фајл, датотека ___________________

e) JPG фајл, датотека ___________________

f) Остало, датотека _____________________

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

а) број варијабли 42

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) 126

1.3.3. Поновљена мерења

а) да

б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) временски размак између поновљених мера је _______________________________

б) варијабле које се више пута мере односе се на
____

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као
____

Напомене: ____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

а) Да

б) Не

Ако је одговор не, образложити ____

____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

а) експеримент, нумерички експеримент

б) корелационо истраживање, компарациона анализа прикупљених података

ц) анализа текста, систематски преглед литературе

д) остало, анализа података методама дескриптивне статистике

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Подаци су прикупљани претрагом база података водећих међународних институција које се баве статистичким анализама различитих друштвених феномена и државних параметара. Након прикупљања података извршено је њихово скалирање уз помоћ линеарне скале са вредностима од 1 до 10. Овако скалирани подаци се користе у формулама којима се врши моделовање енергетске трилеме за анализиране државе. У оквиру табела у којима су похрањени прикупљени подаци чувају се и оригиналне и скалиране вредности.

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да **Не**

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) Колики је број недостајућих података? __________________________

б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не

в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

____

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Један од главних критеријума за одабир улазних параметара на бази којих се моделује енергетска трилема за анализиране државе био је тај да су они генерисани од стране релевантних међународних институција. На овај начин се обезбеђује квалитет улазних података јер су они генерисани уз поштовање међународно признатих статистичких норми.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Податке у табеле је уносио аутор дисертације. Контрола уноса података је изведена на основу експертног знања.

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у ***Репозиторијум докторских дисертација Универзитета у Новом Саду.***

3.1.2. URL адреса ***https://www.cris.uns.ac.rs/searchDissertations.jsf***

3.1.3. DOI ____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

а) Да

б) Да, али после ембарга који ће трајати до ________________________

в) Не

Ако је одговор не, навести разлог ______________________________

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

____

____

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? **Стандард који примењује Репозиторијум Универзитета у Новом Саду.**

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Мирослав Паровић (2022), Иновирани модел метрике за квантификацију енергетске правде, (необјављена докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду)

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

Заинтересовани истраживачи могу да контактирају власника података и да образложе своје потребе и захтеве у вези преузимања и коришћења података.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? **Неограничено**

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да **Не**

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да **Не**

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (*https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html*) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

а) Подаци нису у отвореном приступу

б) Подаци су анонимизирани

ц) Остало, навести шта

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално – без прераде

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Мирослав Паровић, miroslav.parovic@gmail.com

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима